

Rec'd PCT/PTO 25

10/525791

B 2005

PCT/JP03/08593

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

07.07.03

JP03/8593

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 8月29日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-251363
[ST. 10/C]: [JP2002-251363]

REC'D 22 AUG 2003

WIPO PCT

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

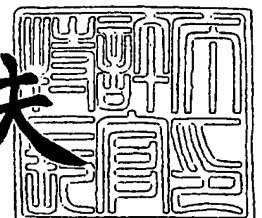
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PNTYA092

【提出日】 平成14年 8月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60L 11/14
B60L 15/20
B60K 28/16

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 本美 明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 浜島 清高

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 灘 光博

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000017

【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所

【代表者】 伊神 広行

【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104390

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 原動機の制御装置および原動機の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を備える車両における該原動機を制御する原動機の制御装置であって、

前記駆動輪の空転によるスリップを検出するスリップ検出手段と、

該スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき、該スリップの抑制が可能となるようにトルク制限を行なって前記原動機を制御するトルク制限制御手段と、

少なくとも前記スリップが抑制の方向に向かったとき、運転者によるアクセル操作の変化量に基づいて前記トルク制限制御手段によるトルク制限を解除して前記原動機を制御するトルク制限解除制御手段と

を備える原動機の制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の原動機の制御装置であって、

前記アクセル操作の変化量は、前記スリップ検出手段によりスリップが検出された時点を基準とする変化量である

原動機の制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の原動機の制御装置であって、

前記トルク制限解除制御手段は、前記トルク制限を時間の経過と共に段階的に解除する手段である

原動機の制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の原動機の制御装置であって、

前記トルク制限解除制御手段は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除幅を大きくして前記原動機を制御する手段である

原動機の制御装置。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 記載の原動機の制御装置であって、

前記トルク制限解除制御手段は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除時間を短くして前記原動機を

制御する手段である

原動機の制御装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の原動機の制御装置であって

、
前記駆動軸または前記原動機の回転軸の角加速度を検出する角加速度検出手段を備え、

前記スリップ検出手段は、前記検出された角加速度と所定の閾値との比較によりスリップを検出する手段であり、

前記トルク制限制御手段は、前記スリップが検出されたときに、前記角加速度検出手段により検出された角加速度に基づいて前記トルク制限の程度を変更して前記原動機を制御する手段である

原動機の制御装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 いずれか記載の原動機の制御装置であって

、
前記車両は、前記駆動輪に従動する従動輪を有する車両であり、

前記駆動輪の回転速度を検出する駆動輪回転速度検出手段と、

前記従動輪の回転速度を検出する従動輪回転速度検出手段とを備え、

前記スリップ検出手段は、前記駆動輪回転速度検出手段により検出された回転速度と前記従動輪回転速度検出手段により検出された回転速度との回転速度差と所定の閾値との比較によりスリップを検出する手段であり、

前記トルク制限制御手段は、前記スリップが検出されたときには、前記回転速度差に基づいて前記トルク制限の程度を変更して前記原動機を制御する手段である

原動機の制御装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 いずれか記載の原動機の制御装置であって

、
前記トルク制限解除制御手段による前記原動機の制御に伴って前記スリップ検出手段により駆動輪の再スリップが検出されたときには、該再スリップの抑制が可能となるようにトルク再制限を行なって前記原動機を制御するトルク再制限

御手段を備える

原動機の制御装置。

【請求項 9】 請求項 6 に係る請求項 8 記載の原動機の制御装置であって、
前記トルク再制限制御手段は、前記スリップ検出手段による再スリップの検出に伴って前記角加速度検出手段により検出された角加速度のピーク値に基づいて前記トルク再制限の程度を変更して前記原動機を制御する手段である

原動機の制御装置。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 記載の原動機の制御装置であって、
前記再スリップの状態に拘わらず、前記アクセル操作の変化量に応じた時間をもって前記トルク再制限制御手段によるトルク再制限を解除して前記原動機を制御するトルク再解除制御手段を備える

原動機の制御装置。

【請求項 11】 駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を備える車両における該原動機を制御する原動機の制御方法であって、

- (a) 前記駆動輪の空転によるスリップを検出するステップと、
- (b) 前記ステップ (a) によりスリップが検出されたとき、該スリップの抑制が可能となるようにトルク制限を行なって前記原動機を制御するステップと、
- (c) 少なくとも前記スリップが抑制の方向に向かったとき、運転者によるアクセル操作の変化量に基づいて前記ステップ (b) によるトルク制限を解除して前記原動機を制御するステップと

を備える原動機の制御方法。

【請求項 12】 請求項 11 記載の原動機の制御方法であって、
前記アクセル操作の変化量は、前記ステップ (a) によりスリップが検出された時点を基準とした変化量である

原動機の制御方法。

【請求項 13】 請求項 11 または 12 記載の原動機の制御方法であって、
前記ステップ (c) は、前記トルク制限を時間の経過と共に段階的に解除する原動機の制御方法。

【請求項 14】 請求項 13 記載の原動機の制御方法であって、

前記ステップ(c)は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除幅を大きくして前記原動機を制御する原動機の制御方法。

【請求項15】 請求項13または14記載の原動機の制御方法であって、前記ステップ(c)は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除時間を短くして前記原動機を制御する原動機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原動機の制御装置および原動機の制御方法に関し、詳しくは、駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を備える車両における該原動機を制御する原動機の制御装置および原動機の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

従来、この種の原動機の制御装置としては、原動機として例えばモータからのトルクの出力により駆動輪が空転してスリップが発生したときに、モータから駆動輪に出力するトルクを制限するものが提案されている(例えば、特許文献1参照)。この装置では、駆動輪の角加速度(角速度の時間変化率)が上昇してスリップが検出されたときにはモータから出力するトルクを制限し、トルク制限に伴ってスリップが停止したときにはモータのトルク制限を解除している。

【0003】

しかしながら、こうした装置では、トルクの制限を解除は、運転者の要求とは無関係に一律に行なわれているため、運転者によっては違和感を感じ、ドライバビリティを悪化させてしまう場合がある。

【0004】

本発明の原動機の制御装置および原動機の制御方法は、車両のスリップ制御におけるドライバビリティをより向上させることを目的の一つとする。また、本発明の原動機の制御装置および原動機の制御方法は、車両のスリップ制御において

運転者の加速の要求を反映しつつ車両が過度にスリップした状態となるのを防止することを目的の一つとする。

【0005】

なお、出願人は、車両のスリップ制御を行なう際に、運転者により踏み込まれたアクセル開度に応じて、スリップが発生したときのトルク制限の度合いやスリップが停止したときのトルク制限の解除の度合いを調節する技術を開示している（特許文献2参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開平10-304514号公報

【特許文献2】

特開2001-295676号公報

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の原動機の制御装置および原動機の制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0008】

本発明の原動機の制御装置は、

駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を備える車両における該原動機を制御する原動機の制御装置であって、

前記駆動輪の空転によるスリップを検出するスリップ検出手段と、

該スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき、該スリップの抑制が可能となるようにトルク制限を行なって前記原動機を制御するトルク制限制御手段と、

少なくとも前記スリップが抑制の方向に向かったとき、運転者によるアクセル操作の変化量に基づいて前記トルク制限制御手段によるトルク制限を解除して前記原動機を制御するトルク制限解除制御手段と

を備えることを要旨とする。

【0009】

この本発明の原動機の制御装置では、駆動輪の空転によるスリップが検出されたとき、このスリップの抑制が可能となるようにトルク制限を行なって原動機を制御し、このトルクの制限により少なくともスリップが抑制の方向に向かったとき運転者によるアクセル操作の変化量に基づいてトルク制限を解除して原動機を制御する。これにより、スリップが収束してトルク制限を解除する際には運転者によるアクセル操作の変化量すなわち車両の加速要求が反映されるから、トルク制限の解除に運転者の要求が反映されないものに比して、スリップ制御の際のドライバビリティの向上を図ることができる。

【0010】

こうした本発明の原動機の制御装置において、前記アクセル操作の変化量は、前記スリップ検出手段によりスリップが検出された時点を基準とする変化量であるものとすることもできる。こうすれば、運転者の加速の要求をより適切に把握することができる。

【0011】

また、本発明の原動機の制御装置において、前記トルク制限解除制御手段は、前記トルク制限を時間の経過と共に段階的に解除する手段であるものとすることもできる。こうすれば、トルク制限を解除する際の再スリップの可能性を低減することができる。この態様の本発明の原動機の制御装置において、前記トルク制限解除制御手段は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除幅を大きくして前記原動機を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、運転者が加速を要求していると考えられるときには、この要求に応じた解除幅でトルク制限を解除することができる。また、トルク制限を時間の経過と共に段階的に解除する態様の本発明の原動機の制御装置において、前記トルク制限解除制御手段は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除時間を短くして前記原動機を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、運転者が加速を要求していると考えられるときには、その要求に応じた短い時間でトルク制限を解除することができる。

【0012】

さらに、本発明の原動機の制御装置において、前記駆動軸または前記原動機の回転軸の角加速度を検出する角加速度検出手段を備え、前記スリップ検出手段は、前記検出された角加速度と所定の閾値との比較によりスリップを検出する手段であり、前記トルク制限制御手段は、前記スリップが検出されたときに、前記角加速度検出手段により検出された角加速度に基づいて前記トルク制限の程度を変更して前記原動機を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、角加速度に基づくスリップの程度に応じて効果的にトルク制限を実施でき、スリップを抑制することができる。

【0013】

あるいは、本発明の原動機の制御装置において、前記車両は、前記駆動輪に従動する従動輪を有する車両であり、前記駆動輪の回転速度を検出する駆動輪回転速度検出手段と、前記従動輪の回転速度を検出する従動輪回転速度検出手段とを備え、前記スリップ検出手段は、前記駆動輪回転速度検出手段により検出された回転速度と前記従動輪回転速度検出手段により検出された回転速度との回転速度差と所定の閾値との比較によりスリップを検出する手段であり、前記トルク制限制御手段は、前記スリップが検出されたときには、前記回転速度差に基づいて前記トルク制限の程度を変更して前記原動機を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、駆動輪の回転速度と従動輪の回転速度との偏差に基づくスリップの程度に応じて効果的にトルク制限を実施でき、スリップを抑制することができる。

【0014】

また、本発明の原動機の制御装置において、前記トルク制限解除制御手段による前記原動機の制御に伴って前記スリップ検出手段により駆動輪の再スリップが検出されたときには、該再スリップの抑制が可能となるようにトルク再制限を行なって前記原動機を制御するトルク再制限制御手段を備えるものとすることもできる。こうすれば、運転者によるアクセル操作の変化量に基づいてトルク制限が解除されたときに再スリップが発生しても、その再スリップを抑制することができる。

【0015】

角加速度検出手段とトルク再制限制御手段とを備える態様の本発明の原動機の制御装置において、前記トルク再制限制御手段は、前記スリップ検出手段による再スリップの検出に伴って前記角加速度検出手段により検出された角加速度のピーク値に基づいて前記トルク再制限の程度を変更して前記原動機を制御する手段であるものとすることもできる。こうすれば、角加速度に基づく再スリップの程度に応じて効果的にトルクを再制限することができる。

【0016】

トルク再制限制御手段を備える態様の本発明の原動機の制御装置において、前記再スリップの状態に拘わらず、前記アクセル操作の変化量に応じた時間をもって前記トルク再制限制御手段によるトルク再制限を解除して前記原動機を制御するトルク再解除制御手段を備えるものとすることもできる。こうすれば、過剰な再スリップはある程度抑制しながらも運転者による加速要求に応答することができる。

【0017】

本発明の原動機の制御方法は、

駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を備える車両における該原動機を制御する原動機の制御方法であって、

- (a) 前記駆動輪の空転によるスリップを検出するステップと、
- (b) 前記ステップ(a)によりスリップが検出されたとき、該スリップの抑制が可能となるようにトルク制限を行なって前記原動機を制御するステップと、
- (c) 少なくとも前記スリップが抑制の方向に向かったとき、運転者によるアクセル操作の変化量に基づいて前記ステップ(b)によるトルク制限を解除して前記原動機を制御するステップと

を備えることを要旨とする。

【0018】

この本発明の原動機の制御方法では、駆動輪の空転によるスリップが検出されたとき、このスリップの抑制が可能となるようにトルク制限を行なって原動機を制御し、このトルクの制限により少なくともスリップが抑制の方向に向かったとき運転者によるアクセル操作の変化量に基づいてトルク制限を解除して原動機を

制御する。これにより、スリップが収束してトルク制限を解除する際には運転者によるアクセル操作の変化量すなわち車両の加速要求が反映されるから、トルク制限の解除に運転者の要求が反映されないものに比して、スリップ制御の際のドライバビリティの向上を図ることができる。

【0019】

こうした本発明の原動機の制御方法において、前記アクセル操作の変化量は、前記ステップ(a)によりスリップが検出された時点を基準とした変化量であるものとすることもできる。

【0020】

また、本発明の原動機の制御方法において、前記ステップ(c)は、前記トルク制限を時間の経過と共に段階的に解除するものとすることもできる。この態様の本発明の原動機の制御方法において、前記ステップ(c)は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除幅を大きくして前記原動機を制御するものとすることもできる。また、トルク制限を時間の経過と共に段階的に解除する態様の本発明の原動機の制御方法において、前記ステップ(c)は、前記アクセル操作の変化量としてアクセルペダルの踏み増し量が多いほど前記トルク制限の解除時間を短くして前記原動機を制御するものとすることもできる。

【0021】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である原動機の制御装置20を備える自動車10の構成の概略を示す構成図である。実施例の原動機の制御装置20は、図示するように、バッテリー16からインバータ回路14を介して供給された電力を用いて電気自動車10の駆動輪18a, 18bに接続された駆動軸に動力の出力が可能なモータ12を駆動制御する装置として構成されており、モータ12の回転軸の回転角 θ を検出する回転角センサ22と、自動車10の走行速度を検出する車速センサ24と、駆動輪18a, 18b(前輪)の車輪速と駆動輪18a, 18bに従動して回転する従動輪19a, 19b(後輪)の車輪速を検出する車輪速センサ26a, 26b, 28

a, 28bと、運転者からの各種操作を検出する各種センサ（例えば、シフトレバー31のポジションを検出するシフトポジションセンサ32や、アクセルペダル33の踏み込み量（アクセル開度）を検出するアクセルペダルポジションセンサ34、ブレーキペダル35の踏み込み量（ブレーキ開度）を検出するブレーキペダルポジションセンサ36など）と、装置全体をコントロールする電子制御ユニット40とを備える。

【0022】

モータ12は、例えば、電動機として機能すると共に発電機としても機能する周知の同期発電電動機として構成され、インバータ回路14は、バッテリー16からの電力をモータ12の駆動に適した電力に変換する複数のスイッチング素子により構成されている。こうしたモータ12やインバータ回路14の構成そのものは周知であり、本発明の中核をなさないから、これ以上の詳細な説明は省略する。

【0023】

電子制御ユニット40は、CPU42を中心としたマイクロプロセッサとして構成されており、CPU42の他に処理プログラムを記憶したROM44と、一時的にデータを記憶するRAM46と、入出力ポート（図示せず）とを備える。この電子制御ユニット40には、回転角センサ22により検出されたモータ12の回転軸の回転角 θ や、車速センサ24により検出された自動車10の車速V、車輪速センサ26a, 26b, 28a, 28bにより検出された駆動輪18a, 18bの車輪速 V_{f1} , V_{f2} および従動輪19a, 19bの車輪速 V_{r1} , V_{r2} 、シフトポジションセンサ32により検出されたシフトポジション、アクセルペダルポジションセンサ34により検出されたアクセル開度Acc、ブレーキペダルポジションセンサ36により検出されたブレーキ開度などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット40からは、モータ12を駆動制御するインバータ回路14のスイッチング素子へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。

【0024】

こうして構成された原動機の制御装置20の動作、特に、自動車10の駆動輪

18a, 18bが空転してスリップが発生したときのモータ12の駆動制御について説明する。図2は、実施例の原動機の制御装置20の電子制御ユニット40により実行されるモータ駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎（例えば、8 msec 毎）に繰り返し実行される。

【0025】

モータ駆動制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、アクセルペダルポジションセンサ34からのアクセル開度Accや車速センサ24からの車速V、車輪速センサ26a, 26b, 28a, 28bからの車輪速Vf, Vr、回転角センサ22の回転角 θ に基づいて算出されるモータ回転数Nmなどを入力する処理を行なう（ステップS100）。ここで、車輪速Vf, Vrは、実施例では、車輪速センサ26a, 26bおよび車輪速センサ28a, 28bにより各々検出される車輪速Vf1, Vf2および車輪速Vr1, Vr2の平均値を用いるものとした。また、車速Vについては、実施例では、車速センサ24により検出されたものを用いたが、車輪速センサ26a, 26b, 28a, 28bにより検出される車輪速Vf1, Vf2, Vr1, Vr2から算出するものとしても構わない。

【0026】

次に、入力したアクセル開度Accと車速Vとに基づいてモータ12の要求トルクTm*を設定する（ステップS102）。モータ要求トルクTm*の設定は、実施例では、アクセル開度Accと車速Vとモータ要求トルクTm*との関係を予め求めてマップとしてROM44に記憶しておき、アクセル開度Accと車速Vとが与えられると、マップから対応するモータ要求トルクTm*を導出するものとした。このマップの一例を図3に示す。

【0027】

続いて、ステップS100で入力したモータ回転数Nmに基づいて角加速度 α を計算する（ステップS104）。ここで、角加速度 α の計算は、実施例では、今回のルーチンで入力された現回転数Nmから前回のルーチンで入力された前回回転数Nmを減じる（現回転数Nm－前回回転数Nm）ことにより行なうものとした。なお、角加速度 α の単位は、回転数Nmの単位を1分間あたりの回転数〔

r p m] で示すと、実施例では、本ルーチンの実行時間間隔は 8 m s e c であるから、 $[r p m / 8 m s e c]$ となる。勿論、回転速度の時間変化率として示すことができれば、如何なる単位を採用するものとしても構わない。また、角加速度 α は、誤差を小さくするために、それぞれ今回のルーチンから過去数回（例えば、3 回）に亘って計算された角加速度の平均を用いるものとしても構わない。

【0028】

こうして角加速度 α が計算されると、角加速度 α に基づいて駆動輪 18 a, 18 b のスリップ状態を判定する処理を行ない（ステップ S 106）、判定結果に応じた処理（ステップ S 110～S 114）、即ち、スリップが発生していないと判定されたとき（後述するスリップ発生フラグ F 1 およびスリップ収束フラグ F 2 が共に値 0 のとき）にはグリップ時制御（ステップ S 110）、スリップが発生したと判定されたとき（フラグ F 1 が値 1 でフラグ F 2 が値 0 のとき）にはスリップ発生時制御（ステップ S 112）、発生したスリップが収束したと判定されたとき（フラグ F 1 およびフラグ F 2 が共に値 1 のとき）にはスリップ収束時制御（ステップ S 114）を行なって、本ルーチンを終了する。

【0029】

スリップ状態の判定は、図 4 のスリップ状態判定処理ルーチンに基づいて行なわれる。スリップ状態判定処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 40 の CPU 42 は、図 2 のルーチンのステップ S 104 で計算された角加速度 α が、空転によるスリップが発生したとみなすことのできる閾値 $\alpha_{s l i p}$ を超えているか否かを判定する（ステップ S 130）。角加速度 α が閾値 $\alpha_{s l i p}$ を超えていると判定されたときには、駆動輪 18 a, 18 b にスリップが発生したと判断して、スリップの発生を示すスリップ発生フラグ F 1 を値 1 にセットして（ステップ S 132）、本ルーチンを終了する。一方、角加速度 α が閾値 $\alpha_{s l i p}$ を超えていないと判定されたときには、次にスリップ発生フラグ F 1 の値が値 1 であるか否かを判定する（ステップ S 134）。スリップ発生フラグ F 1 が値 1 であると判定されたときには、角加速度 α が所定時間以上連続して負の値となったか否かを判定し（ステップ S 136）、肯定的な判定がなされたときには駆動輪 18 a, 18 b に発生したスリップは収束したと判断してスリップ収束フラ

グF 2を値1にセットして（ステップS 138）、本ルーチンを終了する。一方、否定的な判定がなされたときには、発生したスリップは未だ収束していないと判断してそのまま本ルーチンを終了する。角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えておらず、スリップ発生フラグF 1が値1ではないときには、スリップ発生フラグF 1およびスリップ収束フラグF 2を共に値0にセットして（ステップS 140）、本ルーチンを終了する。以下、こうしてセットされたスリップ発生フラグF 1およびスリップ収束フラグF 2の値に応じて行なわれる前述のモータ12の各制御について詳細に説明する。

【0030】

グリップ時制御は、通常のモータ12の駆動制御であり、モータ要求トルク T_{m*} に基づいてモータ12から要求トルク T_{m*} に見合うトルクが出力されるようモータ12を駆動制御することにより行なわれる。

【0031】

スリップ発生時制御は、スリップにより角加速度 α が上昇したときに上昇した角加速度 α を低下させるために行なうモータ12の駆動制御であり、図5のスリップ発生時制御ルーチンに基づいて行なわれる。このルーチンが実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、角加速度 α がピーク値 α_{peak} を超えているか否かを判定し（ステップS 150）、角加速度 α がピーク値 α_{peak} を超えていると判定されたときにはピーク値 α_{peak} の値を角加速度 α に更新する処理を行なう（ステップS 152）。ここで、ピーク値 α_{peak} は、基本的には、スリップにより角加速度 α が上昇してピークを示すときの角加速度の値であり、初期値として値0が設定されている。したがって、角加速度 α が上昇してピークに達するまでの間はピーク値 α_{peak} を角加速度 α の値に順次更新していき、角加速度 α がピークに達した時点でその角加速度 α がピーク値 α_{peak} として固定されることになる。こうしてピーク値 α_{peak} が設定されると、このピーク値 α_{peak} に基づいてモータ12が出力できるトルクの上限であるトルク上限値 T_{max} を設定する処理を行なう（ステップS 154）。この処理は、実施例では、図6に例示するマップを用いて行なわれる。図6は、角加速度 α とトルク上限値 T_{max} との関係を示すマップである。このマップでは

、図示するように、角加速度 α が大きくなるほどトルク上限値 T_{max} は小さくなる特性を有している。したがって、角加速度 α が上昇してピーク値 α_{peak} が大きくなるほど、即ちスリップの程度が大きいほど、トルク上限値 T_{max} として小さな値が設定され、その分モータ 12 から出力されるトルクが制限されることになる。

【0032】

トルク上限値 T_{max} が設定されると、モータ要求トルク T_{m*} が、設定されたトルク上限値 T_{max} を超えているか否かを判定し（ステップ S156）、モータ要求トルク T_{m*} がトルク上限値 T_{max} を超えてると判定されたときにはモータ要求トルク T_{m*} をトルク上限値 T_{max} に修正する（ステップ S158）。そして、トルク T_{m*} を目標トルクとしてモータ 12 から目標トルク T_{m*} に見合うトルクが出力されるようモータ 12 を駆動制御して（ステップ S160）、本ルーチンを終了する。これにより、スリップ発生時においてモータ 12 から出力されるトルクは、スリップを抑制するための低いトルク（具体的には、図 6 のマップにおいて角加速度のピーク値 α_{peak} に対応するトルク上限値 T_{max} ）に制限されるので、スリップを効果的に抑制することができる。

【0033】

スリップ収束時制御は、スリップ発生時制御によるトルクの制限により角加速度 α が低下してスリップが収束したときに制限したトルクを復帰させるために行なうモータ 12 の駆動制御であり、図 7 のスリップ収束時制御ルーチンに基づいて行なわれる。このルーチンが実行されると、電子制御ユニット 40 の CPU 42 は、まず、トルク制限量 $\delta 1$ およびトルク制限量 δ_{safe} （単位は、共に角加速度と同じ単位の $[rpm/8msec]$ ）を入力する処理を行なう（ステップ S170）。

【0034】

トルク制限量 $\delta 1$ は、前述のスリップ発生時制御において設定されたトルク上限値 T_{max} を引き上げてトルク制限から復帰させる際の復帰の度合いを設定するために用いるパラメータであり、初期値はゼロに設定されている。このトルク制限量 $\delta 1$ は、図 8 のトルク制限量 $\delta 1$ 設定処理ルーチンに基づいて設定される

。以下、図 8 のトルク制限量 $\delta 1$ 設定処理ルーチンの処理について説明する。このルーチンは、図 4 のスリップ状態判定処理ルーチンのステップ S 1 3 2 の処理でスリップ発生フラグ F 1 が値 0 から値 1 にセットされたとき（即ち、角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えたとき）に実行される。このルーチンが実行されると、電子制御ユニット 40 の CPU 42 は、まず、回転角センサ 22 により検出された回転角 θ に基づいて算出されたモータ回転数 N_m を入力し（ステップ S 2 0 0）、入力したモータ回転数 N_m に基づいてモータ 12 の角加速度 α を計算し（ステップ S 2 0 2）、角加速度 α が閾値 α_{slip} を超えた時点からの角加速度 α の時間積分値 α_{int} を計算する（ステップ S 2 0 4）。角加速度 α の時間積分値 α_{int} の計算は、実施例では、次式（1）を用いて行なうものとした。ここで、 Δt は、後述するようにステップ S 2 0 0 ～ S 2 0 4 までの処理を繰り返し実行する際の時間間隔を意味し、実施例では、8 msec とした。

【0035】

【数 1】

$$\alpha_{int} \leftarrow \alpha_{int} + (\alpha - \alpha_{slip}) \cdot \Delta t \quad (1)$$

【0036】

そして、ステップ S 2 0 0 ～ S 2 0 4 までの処理を角加速度 α が閾値 α_{slip} 未満となるまで繰り返し、即ち角加速度 α が閾値 α_{slip} を上回った時点から再び閾値 α_{slip} を下回った時点までを積分区間として積分計算して（ステップ S 1 9 6）、計算された時間積分値 α_{int} に所定の係数 k_1 を乗じることによりトルク制限量 $\delta 1$ を設定する処理を行なって（ステップ S 2 0 8）、本ルーチンを終了する。なお、このルーチンでは、トルク制限量 $\delta 1$ は、所定の係数 k_1 を用いて計算により求めたが、トルク制限量 $\delta 1$ と時間積分値 α_{int} との関係を示すマップを用意しておき、計算された時間積分値 α_{int} からマップを適用して導出するものとしても構わない。また、トルク制限量 $\delta 1$ は、角加速度 α の時間積分値に基づいて算出するものとしたが、スリップ発生時の角加速度 α のピーク値（角加速度 α の時間積分値 $d\alpha/dt$ がゼロ近傍のときの角加速度 α の値）に基づいて算出するものとしたり、角加速度 α に関係なく所定値を設定するものとしても構わない。なお、トルク制限量 $\delta 1$ の設定は、具体的には、トル

ク制限量 $\delta 1$ の値を R A M 4 6 の所定領域に書き込むことにより行なわれる。

【0037】

トルク制限量 $\delta s a f e$ は、図 7 のスリップ収束制御ルーチンが繰り返し実行されている間に再スリップが発生したときにこの再スリップを抑制するために設定されるパラメータであり、初期値はゼロに設定されている。このトルク制限量 $\delta 2$ についての詳細は後述する。以下、図 7 のスリップ収束時制御ルーチンの処理の説明に戻るが、便宜上、まず、この図 7 のルーチンが実行されている間に再スリップが発生していない場合の処理（トルク制限量 $\delta 2$ としてゼロが入力されたときの処理）について説明し、その後、再スリップが発生した場合の処理について説明する。

【0038】

トルク制限量 $\delta 1$ が入力されると、トルク制限量 $\delta 1$ を解除する解除要求を入力する処理を行ない（ステップ S 1 7 2）、解除要求があったか否かを判定する処理を行なう（ステップ S 1 7 4）。この処理は、前述のトルク上限値 $T m a x$ を設定する際に用いるパラメータであるトルク制限量 $\delta 1$ を解除するための要求の入力があったか否かを判定する処理であり、解除要求の入力は、図 9 のトルク制限量 $\delta 1$ 解除処理ルーチンの実行に伴って R A M 4 6 の所定領域に書き込まれた解除要求を読み出すことにより行なわれる。以下、図 9 のトルク制限量 $\delta 1$ 解除処理ルーチンについて説明する。このルーチンは、図 7 のスリップ収束時制御ルーチンが実行されている期間（スリップ収束フラグ $F 2$ が値 1 の期間）に亘って所定時間毎（例えば、8 m s e c 毎）に繰り返し実行される。

【0039】

トルク制限量 $\delta 1$ 解除処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 4 0 の C P U 4 2 は、まず、スリップ時アクセル開度 $A c c s l i p$ とアクセル開度 $A c c$ を入力する処理を行なう（ステップ S 2 1 0）。ここで、スリップ時アクセル開度 $A c c s l i p$ は、スリップが発生した時点でのアクセル開度であり、具体的にはスリップ発生フラグ $F 1$ が値 0 から値 1 にセットされたときにアクセルペダルポジションセンサ 3 4 により検出されたアクセル開度である。このスリップ時アクセル開度 $A c c s l i p$ の入力は、実施例では、スリップが発生した時

にアクセルペダルポジションセンサ 34 により検出されて RAM 46 の所定領域に書き込まれたアクセル開度を読み出すことにより行なうものとした。続いて、アクセル開度 A_{cc} からスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} を減じて、スリップが発生した時点からのアクセルペダル 33 の踏み増し量 ΔA_{cc} ($=A_{cc}-A_{ccslip}$) を計算し (ステップ S212)、計算したアクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とに基づいてトルク制限量 $\delta 1$ の解除時間 t を設定する (ステップ S214)。トルク制限量 $\delta 1$ の解除時間 t の設定は、実施例では、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} と解除時間 t との関係を予め求めてマップとして記憶しておき、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とが与えられると、マップから対応する解除時間 t を導出するものとした。このマップの一例を図 10 に示す。図 10 に示すように、解除時間 t は、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} が多くなるほど短い時間が設定されるようになっている。これは、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} が多いほど運転者は大きな加速を要求していると考えられるため、その要求に応じて短い時間でトルク制限量 $\delta 1$ によるトルク制限の解除を図るためである。解除時間 t が設定されると、設定された解除時間 t が経過するまで待ち (ステップ S216)、解除時間 t が経過したときにアクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とに基づいてトルク制限量 $\delta 1$ に対する解除量 $\Delta \delta 1$ の解除増分 $D 1$ を設定する処理を行ない (ステップ S218)、設定した解除増分 $D 1$ だけ解除量 $\Delta \delta 1$ を増加させることにより解除量 $\Delta \delta 1$ を設定して (ステップ S219)、本ルーチンを終了する。ここで、解除増分 $D 1$ の設定は、実施例では、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} と解除増分 $D 1$ との関係を予め求めてマップとして記憶しておき、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とが与えられると、マップから対応する解除増分 $D 1$ を導出するものとした。このマップの一例を図 11 に示す。図 11 に示すように、解除増分 $D 1$ は、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} が多くなるほど大きな値が設定されるようになっている。これは、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} が多いほど運転者は大きな加速を要求していると考えられるため、その要求に応じた解除の度合いをもってト

トルク制限量 $\delta 1$ によるトルク制限の解除を図るためである。なお、解除量 $\Delta \delta 1$ の設定は、解除量 $\Delta \delta 1$ の値を RAM 46 の所定領域に書き込むことにより行なわれる。

【0040】

図7のルーチンに戻って、解除要求が有ると判定されると、ステップ S170 で入力したトルク制限量 $\delta 1$ から解除量 $\Delta \delta 1$ を減じてトルク制限量 $\delta 1$ を解除する処理を行なう（ステップ S176）。解除要求が無いと判定されると、トルク制限量 $\delta 1$ の解除は行なわれない。すなわち、本ルーチンの実行が最初に開始されてから、前述の図9のルーチンのステップ S216 の処理における解除時間 t が経過するまでは、トルク制限量 $\delta 1$ の解除は行なわれない。そして、図2のルーチンのステップ S104 の処理で計算された角加速度 α がトルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta safe$ との和よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S178）。ここでは、再スリップが発生していない場合を考えているから、トルク制限量 $\delta safe$ はゼロであり、また角加速度 α はトルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta safe$ （ゼロ）との和以下であると判定されるから、トルク制限量 $\delta 1$ に基づいてモータ 12 が出力できるトルクの上限であるトルク上限値 $Tmax$ を図6のマップを用いて設定する（ステップ S180）。

【0041】

トルク上限値 $Tmax$ が設定されると、モータ要求トルク $Tm*$ が、設定されたトルク上限値 $Tmax$ を超えているかな否かを判定し（ステップ S184）、モータ要求トルク $Tm*$ がトルク上限値 $Tmax$ を超えてると判定されたときにはモータ要求トルク $Tm*$ をトルク上限値 $Tmax$ に修正する（ステップ S186）。そして、トルク $Tm*$ を目標トルクとしてモータ 12 から目標トルク $Tm*$ に見合うトルクが出力されるようモータ 12 を駆動制御する（ステップ S188）。このように、角加速度 α の時間積分値に応じて設定されたトルク制限量 $\delta 1$ に基づいてモータ 12 のトルクを制御するのは、発生したスリップが収束したときに、発生したスリップの状況に応じて適切な量のトルクを復帰させるためである。即ち、角加速度 α の時間積分値が大きく、再スリップが発生しやすい状況では、スリップが収束したときに復帰させるトルクを低くし、角加速度 α の時間積

分値が小さく、再スリップが発生しにくい状況では、スリップが収束したときに復帰させるトルクを高くすることにより、過剰なトルクの制限を伴うことなくより確実に再スリップの発生を防止することができるのである。こうしてモータ 12 を駆動制御した後は、トルク制限量 $\delta 1$ の値がゼロ以下、即ちトルク制限量 $\delta 1$ が完全に解除されたか否かを判定し（ステップ S 190）、完全に解除されたと判定されたときにはスリップ発生フラグ F 1, スリップ収束フラグ F 2 を共に値 0 にリセットして（ステップ S 192）、本ルーチンを終了する。

【0042】

以上が、再スリップが発生していない場合のスリップ収束時制御である。続いて、このスリップ収束時制御ルーチンが繰り返し実行されている間に再スリップが発生した場合を考える。再スリップが発生した場合には、トルク制限量 $\delta s a f e$ に基づいて再度トルクが制限される。このトルク制限量 $\delta s a f e$ の設定は、図 12 のトルク制限量 $\delta s a f e$ 設定解除ルーチンに基づいて行なわれる。このルーチンは、図 7 のスリップ収束時制御ルーチンが繰り返し実行されている期間、即ちスリップ収束フラグ F 2 が値 1 にセットされてから再び値 0 にリセットされるまでの期間において所定時間毎（例えば、8 m s e c 毎）に繰り返し実行される。

【0043】

トルク制限量 $\delta s a f e$ 設定解除ルーチンが実行されると、電子制御ユニット 40 の CPU 42 は、まず、モータ 12 の回転数 $N m$ を入力し（ステップ S 220）、入力した回転数 $N m$ に基づいて角加速度 α を計算する（ステップ S 222）。そして、角加速度 α が閾値 $\alpha s l i p$ を超えているか否か、すなわち再スリップが発生したか否かを判定し（ステップ S 224）、再スリップは発生していないと判定されると、何もせずに本ルーチンを終了する。再スリップが発生したと判定されると、角加速度 α の微分値 $d \alpha / d t$ がゼロ近傍にあるか否か、すなわち角加速度 α の値がピークに達したか否かを判定し（ステップ S 226）、角加速度 α がピークに達したと判定されたときにはそのときの角加速度 α をピーク値 $\alpha p e a k$ として設定する（ステップ S 228）。角加速度 α が未だピーク値 $\alpha p e a k$ に達していないと判定されたときには何もせずに本ルーチンを終了す

る。

【0044】

そして、設定されたピーク値 α_{peak} に基づいて再スリップを抑制するためのトルク制限量 δ_{safe} を設定する（ステップ S230）。トルク制限量 δ_{safe} の設定は、実施例では、ピーク値 α_{peak} とトルク制限量 δ_{safe} との関係を予め求めてマップとして ROM44 に記憶しておき、ピーク値 α_{peak} が与えられると、マップから対応するトルク制限量 δ_{safe} が導出されるものとした。このマップの一例を図13に示す。このマップは、図13に示すように、角加速度 α のピーク値 α_{peak} が大きくなるほどトルク制限量 δ_{safe} として大きな値が設定される特性を有している。トルク制限量 δ_{safe} は、基本的には、運転者によりアクセルペダル33が踏み増しされて強制的にトルク制限量 δ_1 が解除されたことにより発生した再スリップを抑制するために設定されるものであるから、実施例では、駆動輪18a, 18bが過剰にスリップして自動車10が不安定な状態となるのを防止するのに十分な値となるように調整されるものとした。

【0045】

トルク制限量 δ_{safe} が設定されると、前述のスリップ時アクセル開度 Acc_{slip} とアクセル開度 Acc を入力し（ステップ S232）、アクセル踏み増し量 $\Delta Acc (= Acc - Acc_{slip})$ を計算する（ステップ S234）。そして、計算したアクセル踏み増し量 ΔAcc とスリップ時アクセル開度 Acc_{slip} とに基づいてトルク制限量 δ_{safe} の解除時間 t を設定し（ステップ S236）、設定した解除時間 t が経過するまで待つ（ステップ S238）。解除時間 t の設定は、基本的には、図9のトルク制限量 δ_1 解除処理ルーチンのステップ S214 の処理で用いる図10のマップと同様のマップを用いることができるが、過剰なスリップを解消できれば十分であるから図9のトルク制限量 δ_1 の解除時間よりも短い時間に設定するのが好ましい。解除時間 t が経過すると、トルク制限量 δ_{safe} を完全解除して（ステップ S240）、本ルーチンを終了する。なお、トルク制限量 δ_{safe} の解除は一度に行なうものとしたが、時間の経過と共に徐々に解除を行なうものとしても構わない。こうしたトルク制

限量 $\delta s a f e$ の設定と解除は、具体的には、RAM 46 の所定領域にトルク制限量 $\delta s a f e$ の値を書き込むことにより行なわれる。RAM 46 の所定領域に書き込まれたトルク制限量 $\delta s a f e$ の値は、図 7 のスリップ収束時制御ルーチンの処理で読み込まれ、処理に供される。以下、再スリップが発生したときの図 7 のルーチンの処理を具体的に説明するが、再スリップが発生していないときの処理と重複する部分についての説明は省略する。

【0046】

再スリップが発生したときの図 7 のスリップ収束時制御ルーチンは、トルク制限量 $\delta s a f e$ が設定されてから解除されるまでの期間において行なわれる。具体的には、トルク制限量 $\delta s a f e$ が設定されると、トルク制限量 $\delta s a f e$ が入力され（ステップ S 170）、トルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ との和（ $\delta 1 + \delta s a f e$ ）に基づいてトルク上限値 $T m a x$ が設定される（ステップ S 182）。ここでは、運転者のアクセルペダル 33 の踏み増しによりトルク制限量 $\delta 1$ がある程度解除されており、トルク制限量 $\delta 1$ のみに基づいて設定されたトルク上限値 $T m a x$ によりモータ 12 が制御されて再スリップが発生した状態であるから、トルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ との和に基づいて図 6 のマップからトルク上限値 $T m a x$ を設定しモータ 12 からのトルクを制限することにより、再スリップか過剰になるのを抑制することができる。なお、上記処理は、図 7 のステップ S 178 の処理において角加速度 α がトルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ との和以下のときの比較的再スリップの程度が小さいときの処理であり（ステップ S 180）、再スリップの程度が大きく角加速度 α がトルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ との和を超えているときには、更にトルクが制限され、トルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ と角加速度 α との和（ $\delta 1 + \delta s a f e + \alpha$ ）に基づいてトルク上限値 $T m a x$ が設定され（ステップ S 182）、このトルク上限値 $T m a x$ に従ってモータ 12 が駆動制御されることになる。なお、再スリップの程度に拘わらず、トルク制限量 $\delta 1$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ との和に基づいてトルク上限値 $T m a x$ を設定しても構わないことは勿論である。

【0047】

図14は、トルク上限値 T_{max} が設定される様子を示す説明図である。図14に示すように、モータ12の回転軸の角加速度 α が閾値 α_{slip} を上回っスリップが発生したと判定されたときには、マップに従って角加速度 α に対応してトルク上限値 T_{max} が徐々に低い値に設定され、角加速度 α がピークに達した時点でそのピーク値 α_{peak} に対応するトルク上限値 T_{max} （値T1）が設定される（図14（a）参照）。このとき設定されたトルク上限値 T_{max} （値T1）は、角加速度 α が負の値となりスリップが収束したと判定されるまで維持される。スリップが収束したと判定されると、現角加速度 α の値に拘わらず、角加速度 α の時間積分値（スリップの状況）に応じて設定されたトルク制限値 δ_1 に対応するトルク上限値 T_{max} （値T2）までトルクが復帰される（図14（b）参照）。このトルク復帰時のトルク制限値 δ_1 による制限により再スリップが発生するのを防止する。その後、運転者によるアクセルペダル33のアクセル踏み増し量 ΔAcc に応じた解除時間が経過すると、アクセル踏み増し量 ΔAcc に応じた解除量だけトルク制限値 δ_1 が解除され、そのときのトルク制限値 δ_1 に対応するトルク上限値 T_{max} （値T3）までトルクが復帰される（図14（c）参照）。ここで、このトルクの復帰により再スリップが発生したときには、そのときのトルク制限値 δ_1 と再スリップにより上昇した角加速度 α のピーク値 α_{peak} との和に対応するトルク上限値 T_{max} （値T4）にまでトルクが再制限される（図14（d）参照）。このとき、角加速度 α のピーク値 α_{peak} に基づいてトルク制限値 δ_{safe} が設定される。これにより、トルクの再制限により角加速度 α が低下したときでも、トルク制限値 δ_1 とトルク制限値 δ_{safe} との和に対応するトルク上限値 T_{max} （値T5）にトルクの再復帰が制限される（図14（e）参照）。なお、トルク制限値 δ_{safe} は、アクセル踏み増し量 ΔAcc に応じて解除時間をもって解除され、再びトルク制限値 δ_1 のみに対応するトルク上限値 T_{max} （値T6）にまでトルクが復帰される（図14（f）参照）。

【0048】

以上説明した実施例の原動機の制御装置20によれば、駆動輪18a, 18bに空転によるスリップが発生したときにモータ12から出力されるトルクを制限

すると共にスリップが抑制されたときに運転者のアクセルペダル 33 の踏み増し量 ΔA_{cc} に応じてトルク制限の解除の程度（解除量と解除時間）を変更、すなわちアクセルペダル 33 の踏み増し量 ΔA_{cc} が多いほどトルク制限の解除量を大きく設定すると共に解除時間を短く設定するから、駆動輪 18a, 18b のスリップを抑制しつつ運転者による加速の要求に対してある程度応答することができる。この結果、スリップ制御におけるドライバビリティを向上させることができる。しかも、アクセルペダル 33 の踏み増しによるトルク制限の解除により再スリップが発生したときには、発生した再スリップが過剰となるのを抑制するようにモータ 12 を制御するから、再スリップが過剰となり自動車 10 が不安定な状態となるのを防止しつつ運転者に再スリップを体感させてアクセルペダル 33 の踏み戻しを促すことができる。

【0049】

実施例の原動機の制御装置 20 では、図 7 のスリップ収束時制御ルーチンを繰り返し実行しているときに再スリップが発生したとき、すなわち角加速度 α が閾値 α_{slip} を上回ったときには、角加速度 α のピーク値 α_{peak} に基づいて再スリップが過剰となるのを抑制するためのトルク制限量 δ_{safe} を設定し、設定されたトルク制限量 δ_{safe} を用いてトルクを再制限するものとしたが、再スリップが発生したときには、再び図 5 のスリップ発生時制御ルーチンを実行するものとしても構わない。この場合、図 4 のスリップ状態判定処理ルーチンのステップ S130 の処理において角加速度 α が閾値 α_{slip} を上回ったと判定されたときにスリップ収束フラグ F2 を値 1 から値 0 にリセットする処理を設ければよい。こうすれば、スリップ発生フラグ F1 の値が値 1 となると共にスリップ収束フラグ F2 の値が値 0 となるからスリップ収束時制御ルーチンに代わってスリップ発生時制御ルーチンが実行されることになる。この場合には、トルク制限量 δ_{safe} に関する処理については設ける必要はないのは勿論である。

【0050】

次に第 2 実施例の原動機の制御装置について説明する。第 2 実施例の原動機の制御装置は、実施例の原動機の制御装置 20 と同一のハード構成により構成されており、電子制御ユニットにおける処理のみが異なる。したがって、第 2 実施例

の原動機の制御装置のハード構成についての説明は省略する。実施例の原動機の制御装置 20 では、角加速度 α に基づいてスリップを検出してモータ 12 を駆動制御するのに対して、第 2 実施例の原動機の制御装置では、駆動輪の車輪速 V_f と従動輪の車輪速 V_r との偏差（車輪速差 ΔV ）に基づいてスリップを検出してモータを制御する。車輪速差 ΔV に基づくスリップ状態の判定は、図 15 のスリップ状態判定処理ルーチンに基づいて行なわれる。

【0051】

図 15 のスリップ状態判定処理ルーチンが実行されると、電子制御ユニットの CPU は、まず、車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を超えているか否かを判定し（ステップ S270）、超えていると判定されると、スリップが発生したと判断され、スリップ判定フラグ F3 を値 1 にセットすると共に（ステップ S272）、スリップ収束フラグ F4 を値 0 にリセットして（ステップ S273）、本ルーチンを終了する。一方、車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を超えていないと判定されると、スリップ判定フラグ F3 の値が値 1 であるか否かを判定し（ステップ S274）、フラグ F3 が値 1 であると判定されると、スリップは収束したと判断されて、スリップ収束フラグ F4 を値 1 にセットして（ステップ S276）、本ルーチンを終了する。フラグ F3 が値 1 ではないと判定されると、フラグ F3、F4 を共に値 0 にリセットして（ステップ S278）、本ルーチンを終了する。

【0052】

このようにして判定されたスリップ状態に応じたモータの制御としては、フラグ F3 およびフラグ F4 が共に値 0 のときにはグリップ時制御、フラグ F3 が値 1 でフラグ F4 が値 0 のときにはスリップ発生時制御、フラグ F3 およびフラグ F4 が共に値 1 のときにはスリップ収束時制御が実行される。以下、各制御の詳細について説明する。なお、グリップ時制御は、実施例の原動機の制御装置 20 のグリップ時制御と同様の処理であるから説明は省略する。

【0053】

スリップ発生時制御は、スリップにより車輪速差 ΔV が上昇したときに上昇した車輪速差 ΔV を低下させるために行なうモータの駆動制御であり、図 16 のスリップ発生時制御ルーチンに基づいて行なわれる。スリップ発生時ルーチンが実

行されると、電子制御ユニットのCPUは、まず、トルク制限量 $\delta 2$ を入力する処理を行なう（ステップS260）。ここで、トルク制限量 $\delta 2$ は、スリップを停止させるための後述するモータ12のトルク上限値 T_{max} を設定する際に用いるパラメータであり、図17のトルク制限量 $\delta 2$ 設定処理ルーチンにより設定される。以下、トルク制限量 $\delta 2$ 設定処理について説明する。このルーチンは、図15のスリップ状態判定処理ルーチンのステップS272の処理によりスリップ発生フラグF3が値0から値1にセットされた時点からスリップ収束フラグF4が値0から値1にセットされる時点までの期間に亘って所定時間毎（例えば、8 msec 毎）に繰り返し実行される。トルク制限量 $\delta 2$ 設定処理では、車輪速 V_f 、 V_r を入力し（ステップS290）、入力した車輪速 V_f 、 V_r の偏差により車輪速差 ΔV を計算し（ステップS292）、車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を超えた時点からの、計算した車輪速差 ΔV の時間積分値 V_{int} を計算する処理を行なう（ステップS294）。車輪速差 ΔV の時間積分値 V_{int} の計算は、実施例では、次式（2）を用いて行なうものとした。ここで、 Δt は、本ルーチンの実行時間間隔である。

【0054】

【数2】

$$V_{int} \leftarrow V_{int} + (\Delta V - V_{slip}) \cdot \Delta t \quad (2)$$

【0055】

車輪速差 ΔV の時間積分値 V_{int} が計算されると、これに所定の係数 k_2 を乗算することによりトルク制限量 $\delta 2$ を設定して（ステップS296）、本ルーチンを終了する。なお、このルーチンでは、トルク制限量 $\delta 2$ は、所定の係数 k_2 を用いて計算により求めたが、トルク制限量 $\delta 2$ と時間積分値 V_{int} との関係を示すマップを用意しておき、計算された時間積分値 V_{int} からマップを適用して導出するものとしても構わない。なお、設定されたトルク制限量 $\delta 2$ は、RAM46の所定領域に逐次書き込まれることにより更新され、図16のルーチンの処理に供される。なお、実施例では、トルク制限量 $\delta 2$ を、車輪速差 ΔV の時間積分値に基づいて設定するものとしたが、車輪速差 ΔV の値に基づいて設定するものとしたり、車輪速差 ΔV の値に関係なく所定の値を設定するものとして

も構わない。

【0056】

図16のルーチンに戻って、トルク制限量 $\delta 2$ が入力されると、入力されたトルク制限量 $\delta 2$ に基づいてモータ12が出力できるトルクの上限であるトルク上限値 T_{max} を設定する(ステップS282)。トルク上限値 T_{max} は、トルク制限量 $\delta 2$ に基づいて図6のマップを用いて設定される。トルク上限値 T_{max} が設定されると、モータ要求トルク T_{m*} が、設定されたトルク上限値 T_{max} を超えているか否かを判定し(ステップS284)、モータ要求トルク T_{m*} がトルク上限値 T_{max} を超えてると判定されたときにはモータ要求トルク T_{m*} をトルク上限値 T_{max} に修正する(ステップS286)。そして、トルク T_{m*} を目標トルクとしてモータ12から目標トルク T_{m*} に見合うトルクが出力されるようモータ12を駆動制御して(ステップS288)、本ルーチンを終了する。これにより、スリップ発生時においてモータ12から出力されるトルクは、スリップを抑制するための低いトルク(具体的には、図6のマップにおいてトルク制限量 $\delta 2$ [rpm/8msec]に対応するトルク上限値 T_{max})に制限されるので、スリップを効果的に抑制することができる。

【0057】

スリップ収束時制御は、スリップ発生時制御により車輪速差 ΔV が低下したときに制限したトルクを復帰させるために行なうモータの駆動制御であり、図18のスリップ収束時制御ルーチンに基づいて行なわれる。スリップ収束時制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニットのCPUは、まず、繰り返し実行された図17のトルク制限量 $\delta 2$ 設定処理ルーチンの最後(スリップ収束フラグF4が値0から値1にセットされる直前)に設定されたトルク制限量 $\delta 2$ を入力する(ステップS300)。そして、入力したトルク制限量 $\delta 2$ を解除する解除要求を入力する処理を行ない(ステップS302)、解除要求があったか否かを判定する処理を行なう(ステップS304)。トルク制限量 $\delta 2$ の解除要求は、図19のトルク制限量 $\delta 2$ 解除処理ルーチンに基づいて行なわれる。このルーチンは、基本的には、図9のトルク制限量 $\delta 1$ 解除処理ルーチンと同様の処理であり、図18のスリップ収束時制御ルーチンが繰り返し実行されている間に所定時間毎(

例えば、8 msec毎)に繰り返し実行される。トルク制限量 $\delta 2$ 解除処理ルーチンが実行されると、スリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とアクセル開度 A_{cc} を入力し(ステップS320)、両者の偏差によりアクセル踏み増し量 ΔA_{cc} を計算し(ステップS322)、アクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とに基づいてトルク制限量 $\delta 2$ の解除時間 t を設定する(ステップS324)。この解除時間 t は、図10のマップと同様の特性を有するマップを用いて設定することができる。解除時間 t が設定されると、解除時間 t が経過するまで待つ(ステップS326)、解除時間 t が経過したときにアクセル踏み増し量 ΔA_{cc} とスリップ時アクセル開度 A_{ccslip} とに基づいてトルク制限量 $\delta 2$ に対する解除量 $\Delta \delta 2$ の解除増分 $D2$ を設定し(ステップS328)、設定された解除増分 $D2$ だけ解除量 $\Delta \delta 2$ を増やして(ステップS330)、本ルーチンを終了する。なお、解除増分 $D2$ の設定も、図11のマップと同様の特性を有するマップを用いて設定することができる。また、設定された解除量 $\Delta \delta 2$ は、RAM46の所定領域に逐次書き込まれることにより更新されていき、図18のルーチンの処理に供される。

【0058】

図18のスリップ収束時制御ルーチンに戻って、解除量 $\Delta \delta 2$ が設定され、解除要求が有る(解除量 $\Delta \delta 2$ がゼロでない)と判定されると、ステップS230で入力したトルク制限量 $\delta 2$ から解除量 $\Delta \delta 2$ を減じてトルク制限量 $\delta 2$ を解除する処理を行なう(ステップS306)。解除要求が無いと判定されると、トルク制限量 $\delta 2$ の解除は行なわれない。すなわち本ルーチンの実行が最初に開始されてから図19のルーチンのステップS326の処理で設定された解除時間 t が経過したと判定されるまでは、トルク制限量 $\delta 2$ の解除は行なわれない。そして、トルク制限量 $\delta 2$ に基づいてモータ12が出力できるトルクの上限であるトルク上限値 T_{max} を図6のマップを用いて設定する(ステップS308)。トルク上限値 T_{max} が設定されると、モータ要求トルク T_{m*} が、設定されたトルク上限値 T_{max} を超えているか否かを判定し(ステップS310)、モータ要求トルク T_{m*} がトルク上限値 T_{max} を超えてると判定されたときにはモータ要求トルク T_{m*} をトルク上限値 T_{max} に修正する(ステップS312)。そ

して、トルク T_{m*} を目標トルクとしてモータ 12 から目標トルク T_{m*} に見合うトルクが出力されるようモータ 12 を駆動制御する（ステップ S314）。その後、トルク制限量 $\delta 2$ の値がゼロ以下、即ちトルク制限量 $\delta 2$ が完全に解除されたか否かを判定し（ステップ S316）、完全に解除されたと判定されたときにはスリップ発生フラグ F3 およびスリップ収束フラグ F4 を共に値 0 にリセットして（ステップ S318）、本ルーチンを終了する。なお、スリップが収束して（車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を下回って）から図 18 のスリップ収束時制御ルーチンが繰り返し実行されている間に再スリップが発生した（車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を上回った）ときには、図 15 のスリップ状態判定処理ルーチンのステップ S273 の処理においてスリップ収束フラグ F4 の値が値 1 から値 0 にリセットされるから、再び図 18 のスリップ発生時制御ルーチンが実行されることになり、発生した再スリップが抑制される。

【0059】

図 20 は、トルク上限値 T_{max} が設定される様子を示す説明図である。図 20 に示すように、車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を上回ってスリップが発生したと判定されたときには、角加速度 α に拘わらず、車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を下回るまでトルク制限量 $\delta 2$ が徐々に増加していき、これに対応してトルク上限値 T_{max} が徐々に低い値に設定され、トルクが制限されていく（図 20（a）～（c）参照）。このとき、トルク制限量 $\delta 2$ の増加量は、車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を上回った時点からの車輪速差 ΔV の時間積分値に応じて設定される。車輪速差 ΔV が閾値 V_{slip} を下回ると、運転者によるアクセルペダル 33 の踏み増し量 ΔAcc に応じて設定される解除時間が経過したときに、同じくアクセルペダル 33 の踏み増し量 ΔAcc に応じて設定される解除量 $\Delta \delta 2$ だけトルク制限量 $\delta 2$ を解除してトルク上限値 T_{max} （値 T4）までトルクが復帰され（図 20（d）参照）、その後はトルク制限量 $\delta 2$ が段階的に解除されてトルクが徐々に復帰されていく。

【0060】

以上説明した第 2 実施例の原動機の制御装置によっても実施例の原動機の制御装置 20 と同様の効果、すなわち駆動輪 18a, 18b のスリップを抑制しつつ

運転者による加速の要求に対してある程度応答することができ、スリップ制御におけるドライバビリティを向上させることができるという効果を奏することができる。

【0061】

第2実施例の原動機の制御装置では、車輪速差 ΔV に基づくスリップの検出を、実施例の原動機の制御装置20における角加速度 α に基づくスリップの検出とは独立して実施するものとしたが、車輪速差 ΔV に基づくスリップの検出を、角加速度 α ではスリップが検出されなかったときに実施するものとしてもよいし、実角加速度 α に基づくスリップの検出と並行して実施するものとしても構わない。この場合、角加速度 α に基づいてスリップが検出されない微少なスリップが発生したときでも、車輪速差 ΔV に基づいてその微少なスリップを検出できる点で有利である。なお、車輪速差 ΔV に基づくスリップの検出と角加速度 α に基づくスリップの検出とを並行して実施したときに、共にスリップが発生したと判定されたときには、スリップ発生時の制御では、図5のスリップ発生時制御ルーチンのステップS152の処理で設定された角加速度 α のピーク値 α_{peak} [rpm/8msec]と図16のスリップ発生時制御ルーチンのステップS280の処理で入力されたトルク制限量 $\delta 2$ [rpm/8msec]とを加算したものに基いて図6のマップを用いてトルク上限値 T_{max} を設定 ($T_{max} \leftarrow g(\alpha_{peak} + \delta 2)$) してモータ12を制御するものとしたり、角加速度 α のピーク値 α_{peak} およびトルク制限量 $\delta 2$ のうちのいずれか高い方に基いてトルク上限値 T_{max} を設定してモータ12を制御するものとしてもよい。また、スリップ収束時の制御では、スリップ発生時の制御と同様に、図7のスリップ収束時制御ルーチンのステップS176で設定 (またはステップS170で入力) されたトルク制限量 $\delta 1$ とステップS170の処理で入力されたトルク制限量 δ_{safe} との和 ($\delta 1 + \delta_{safe}$) あるいは角加速度 α が値 $\delta 1 + \delta_{safe}$ を超えているときには値 $\delta 1 + \delta_{safe}$ と角加速度 α との和 ($\delta 1 + \delta_{safe} + \alpha$) と、図18のスリップ収束時制御ルーチンのステップS306の処理で設定 (またはステップS300の処理で入力) されたトルク制限量 $\delta 2$ とを加算したものに基いて図6のマップを用いてトルク上限値 T_{max} を設定 (T_{max}

$\leftarrow g(\delta 1 + \delta \text{safe} + \delta 2)$ または $g(\delta 1 + \delta \text{safe} + \delta 2 + \alpha)$) するものとしたり、いずれか高い方に基づいてトルク上限値 T_{max} を設定してモータ 12 を制御するものとしても構わない。

【0062】

実施例では、駆動輪 18a, 18b に接続された駆動軸に直接的に動力の出力が可能に機械的に接続されたモータ 12 を備える自動車 10 に対するモータ 12 の制御として説明したが、駆動軸に直接的に動力の出力が可能な電動機を備える車両であれば、如何なる構成の車両に適用するものとしても構わない。例えば、エンジンと、エンジンの出力軸に接続されたジェネレータと、ジェネレータからの発電電力を充電するバッテリーと、駆動輪に接続された駆動軸に機械的に接続されバッテリーからの電力の供給を受けて駆動するモータとを備えるいわゆるシリーズ型のハイブリッド自動車に適用するものとしてもよい。また、図 21 に示すように、エンジン 111 と、エンジン 111 に接続されたプラネタリギヤ 117 と、プラネタリギヤ 117 に接続された発電可能なモータ 113 と、同じくプラネタリギヤ 117 に接続されると共に駆動輪に接続された駆動軸に直接動力が出力可能に駆動軸に機械的に接続されたモータ 112 とを備えるいわゆる機械分配型のハイブリッド自動車 110 に適用することもできるし、図 22 に示すように、エンジンの 211 の出力軸に接続されたインナーロータ 213a と駆動輪 218a, 218b に接続された駆動軸に取り付けられたアウターロータ 213b とを有しインナーロータ 213a とアウターロータ 213b との電磁的な作用により相対的に回転するモータ 213 と、駆動軸に直接動力が出力可能に駆動軸に機械的に接続されたモータ 212 とを備えるいわゆる電気分配型のハイブリッド自動車 210 に適用することもできる。或いは、図 23 に示すように、駆動輪 318a, 318b に接続された駆動軸に変速機 314 (無段変速機や有段の自動変速機など) を介して接続されたエンジン 311 と、エンジン 311 の後段であって駆動軸に変速機 314 を介して接続されたモータ 312 (または駆動軸に直接接続されたモータ) とを備えるハイブリッド自動車 310 に適用することもできる。このとき、駆動輪にスリップが発生したときの制御としては、トルクの出力応答性などから主に駆動軸に機械的に接続されたモータを制御することにより駆動軸

に出力されるトルクを制限するが、このモータの制御と協調して他のモータを制御したりエンジンを制御したりするものとしてもよい。

【0063】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施例である原動機の制御装置20を備える自動車10の構成の概略を示す構成図である。

【図2】

実施例の原動機の制御装置20の電子制御ユニット40により実行されるモータ駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図3】

車速Vとアクセル開度Accとモータ要求トルク T_{m*} との関係を示すマップである。

【図4】

実施例の原動機の制御装置20の電子制御ユニット40により実行されるスリップ状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図5】

実施例の原動機の制御装置20の電子制御ユニット40により実行されるスリップ発生時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図6】

モータ12の角加速度 α とトルク上限 T_{max} との関係を示すマップである。

【図7】

実施例の原動機の制御装置20の電子制御ユニット40により実行されるスリップ収束時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図8】

実施例の原動機の制御装置20の電子制御ユニット40により実行されるトル

ク制限量 $\delta 1$ 設定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 9】

実施例の原動機の制御装置 20 の電子制御ユニット 40 により実行されるトルク制限量 $\delta 1$ 解除処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 10】

スリップ時アクセル開度 $A c c s l i p$ とアクセル踏み増し量 $\Delta A c c$ と解除時間 t との関係を示すマップである。

【図 11】

スリップ時アクセル開度 $A c c s l i p$ とアクセル踏み増し量 $\Delta A c c$ と解除増分 $D 1$ との関係を示すマップである。

【図 12】

実施例の原動機の制御装置 20 の電子制御ユニット 40 により実行されるトルク制限量 $\delta s a f e$ 設定解除処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 13】

角加速度 α のピーク値 $\alpha p e a k$ とトルク制限量 $\delta s a f e$ との関係を示すマップである。

【図 14】

トルク上限値 $T m a x$ が設定される様子を示す説明図である。

【図 15】

第 2 実施例の原動機の制御装置の電子制御ユニットにより実行されるスリップ状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 16】

第 2 実施例の原動機の制御装置の電子制御ユニットにより実行されるスリップ発生時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 17】

第 2 実施例の原動機の制御装置の電子制御ユニットにより実行されるトルク制限量 $\delta 2$ 設定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 18】

第 2 実施例の原動機の制御装置の電子制御ユニットにより実行されるスリップ

収束時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 19】

第 2 実施例の原動機の制御装置の電子制御ユニットにより実行されるトルク制限量 δ 2 解除処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 20】

トルク上限値 T_{max} が設定される様子を示す説明図である。

【図 21】

ハイブリッド自動車 110 の構成の概略を示す構成図である。

【図 22】

ハイブリッド自動車 210 の構成の概略を示す構成図である。

【図 23】

ハイブリッド自動車 310 の構成の概略を示す構成図である。

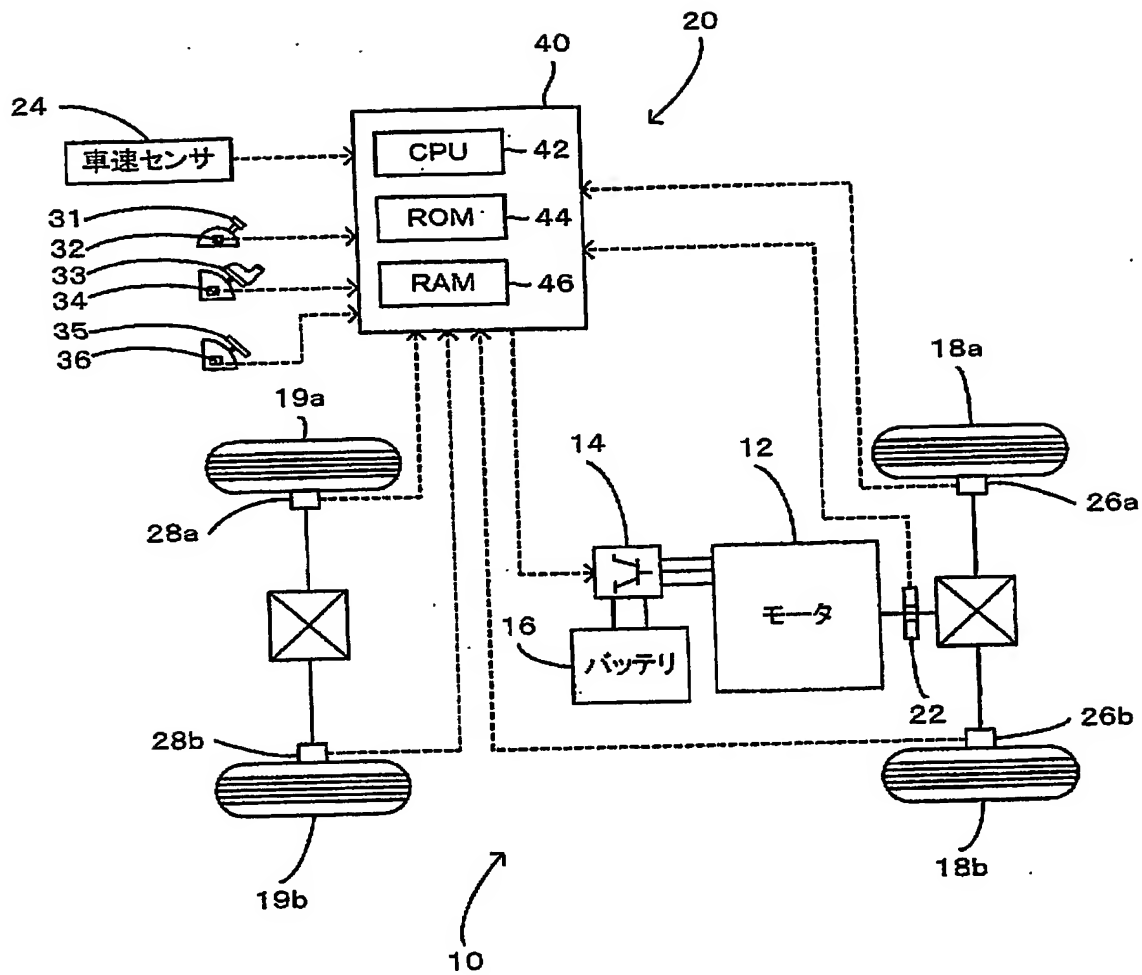
【符号の説明】

10, 110, 210, 310 自動車、12, 112, 212, 312 モータ、14, 114 インバータ回路、16 バッテリ、18a, 18b, 118a, 118b, 218a, 218b, 318a, 318b 駆動輪、19a, 19b, 119a, 119b, 219a, 219b, 319a, 319b 従動輪、22 回転角センサ、24 車速センサ、26a, 26b, 28a, 28b 車輪速センサ、31 シフトレバー、32 シフトポジションセンサ、33 アクセルペダル、34 アクセルポジションセンサ、35 ブレーキペダル、36 ブレーキペダルポジションセンサ、40 電子制御ユニット、42 CPU、44 ROM、46 RAM、111, 211, 311 エンジン、113 モータ、117 プラネタリギア、213a インナーロータ、213b アウターロータ、213 モータ、314 変速機。

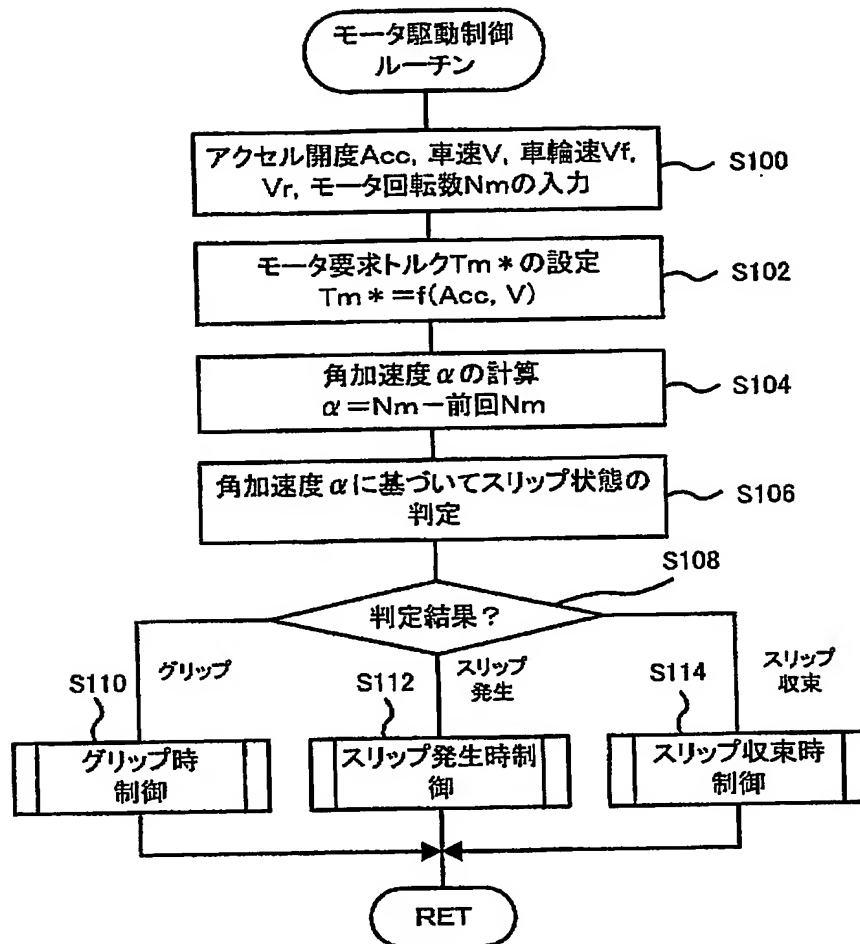
【書類名】

図面

【図 1】

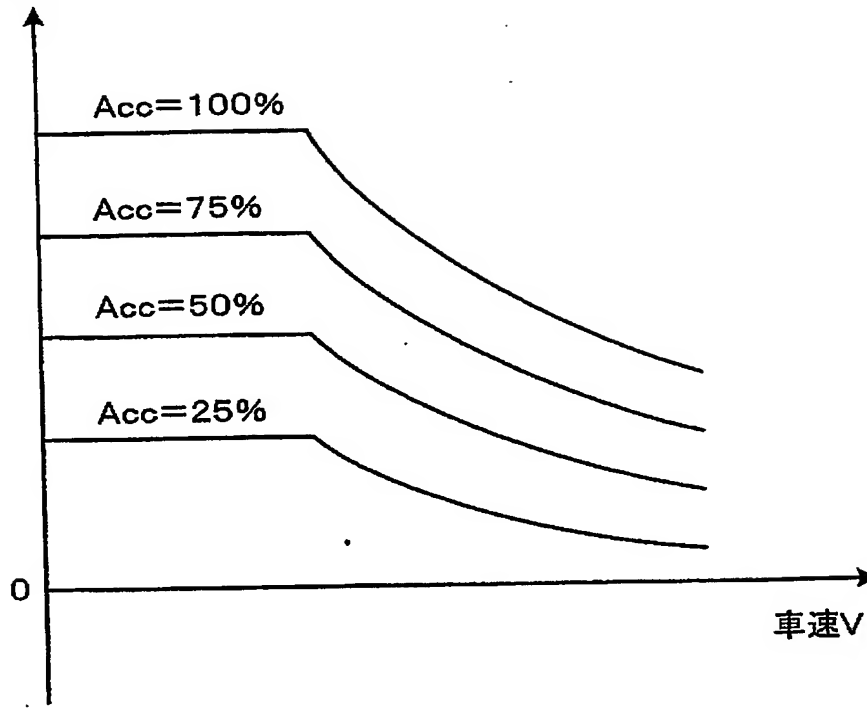


【図 2】

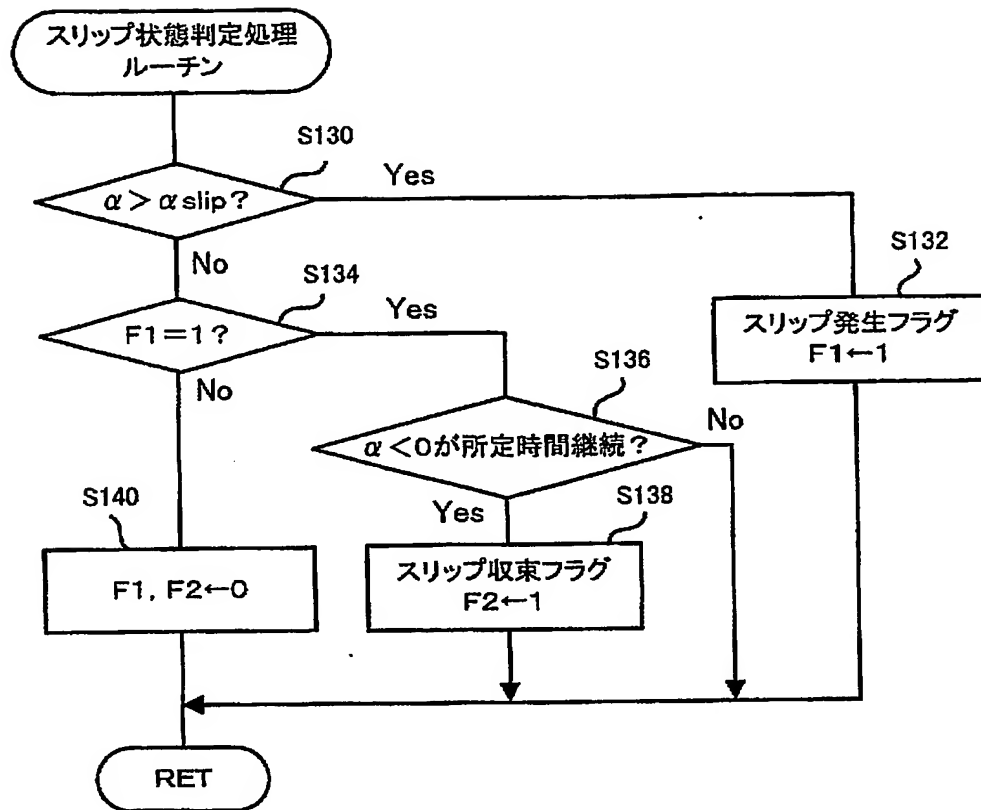


【図 3】

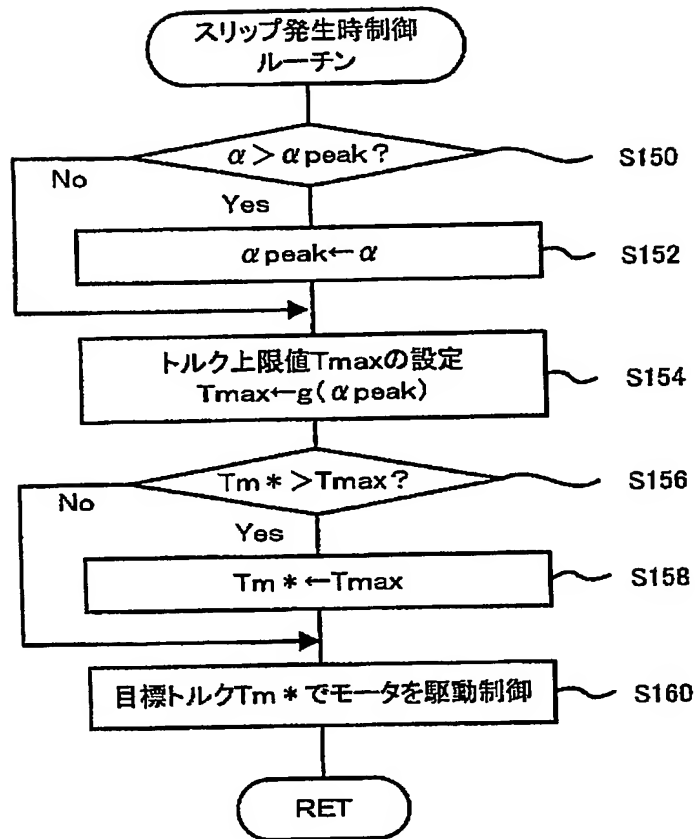
モータ要求トルク
 T_m^*



【図 4】

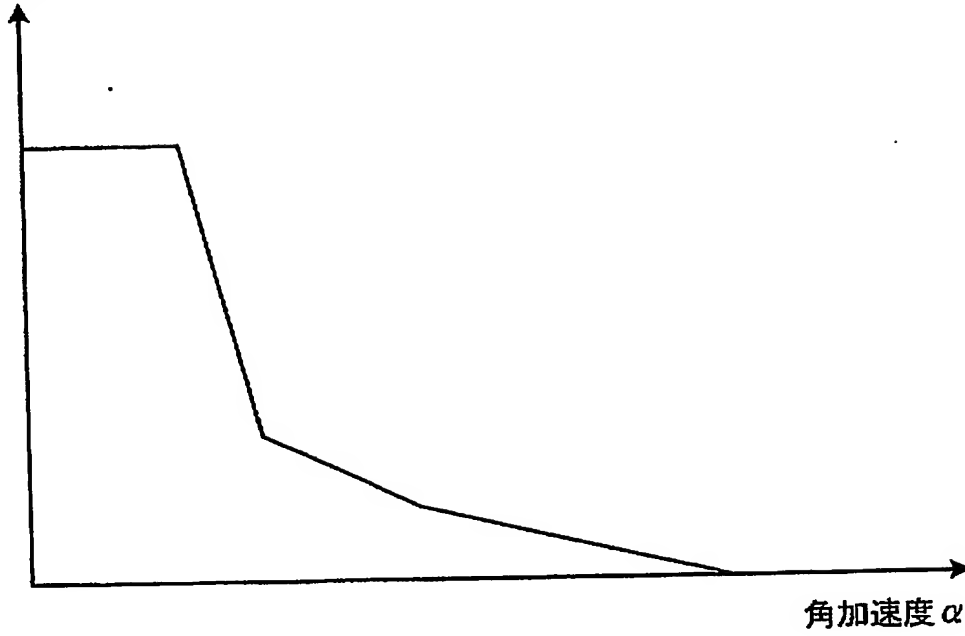


【図5】

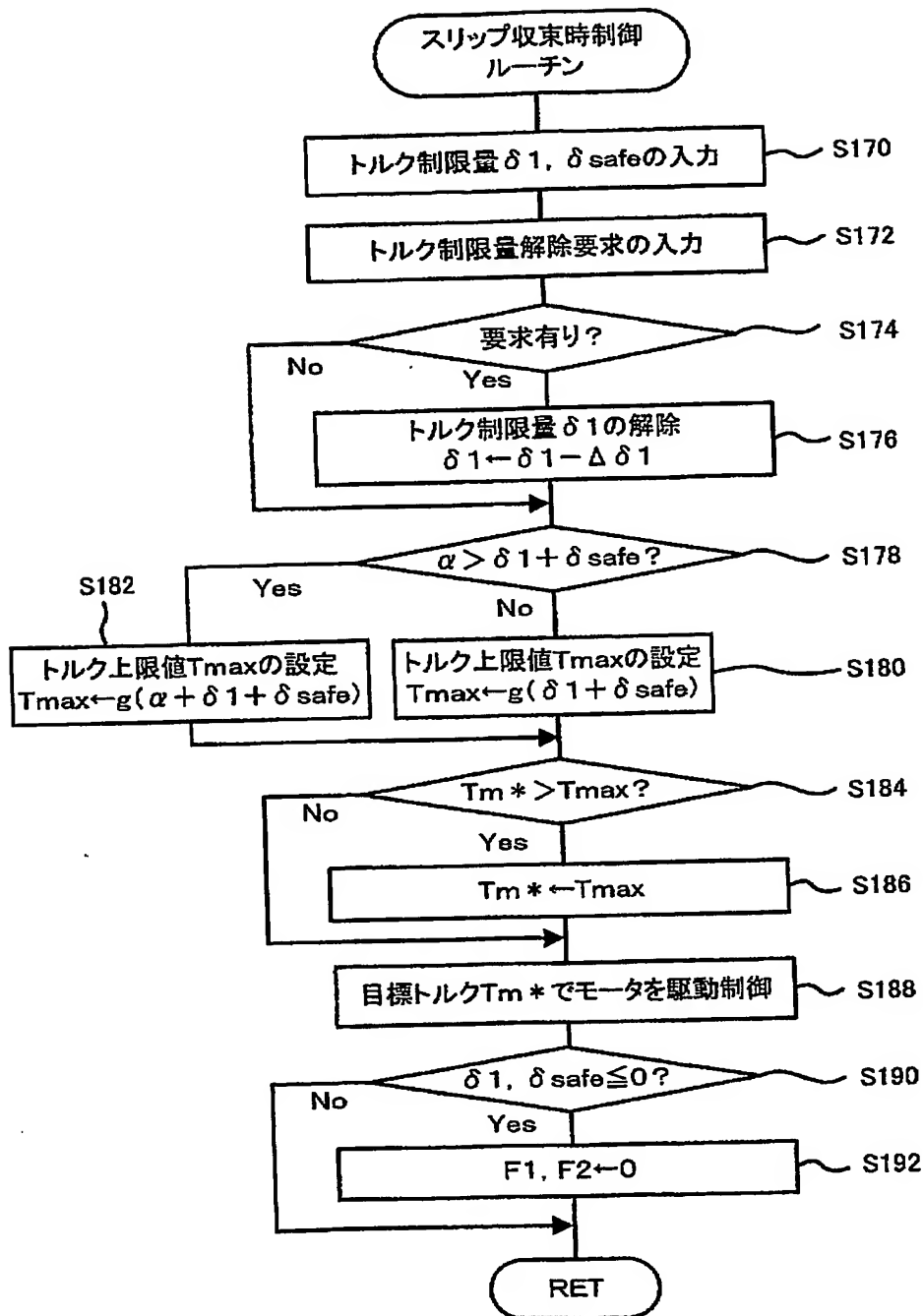


【図 6】

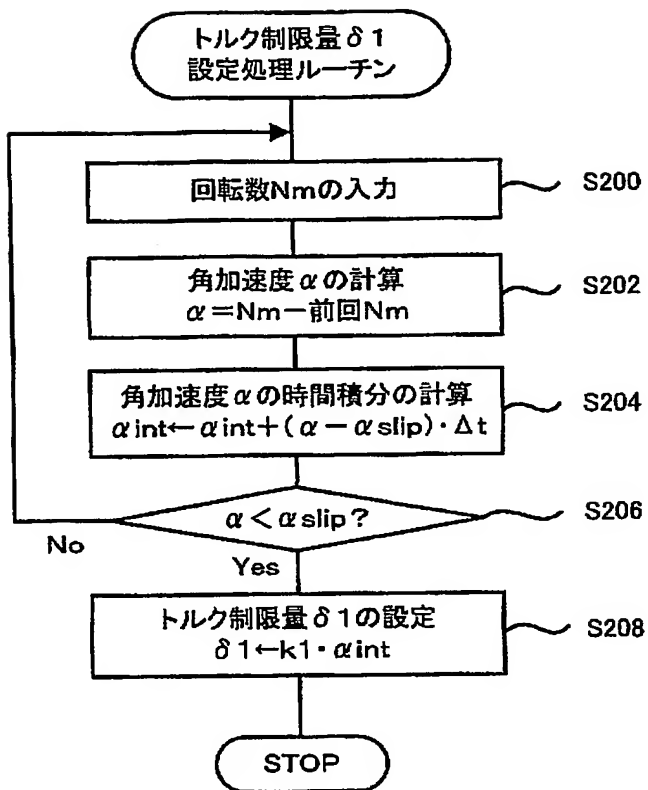
トルク上限値
 T_{\max}



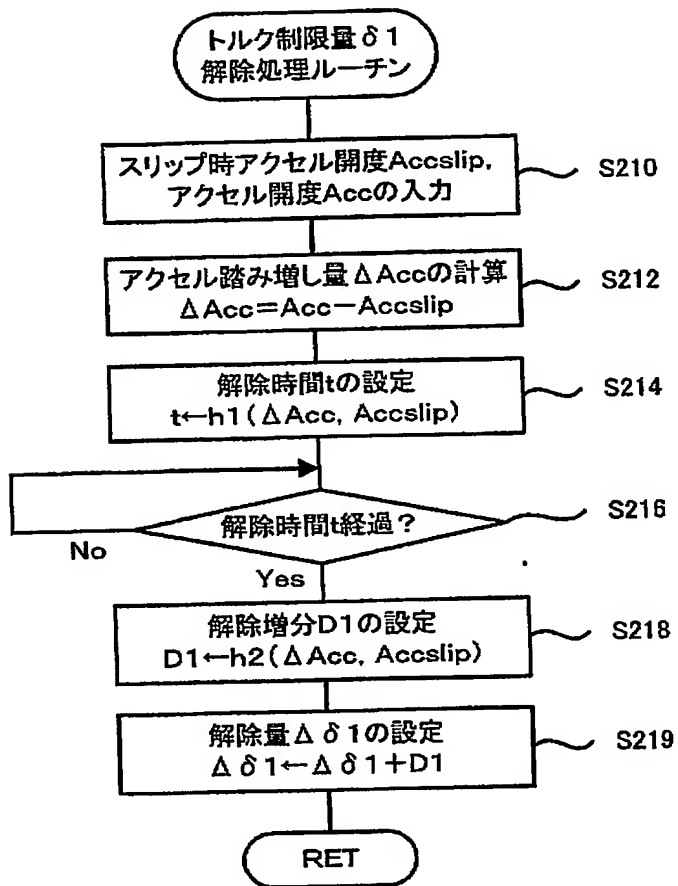
【図 7】



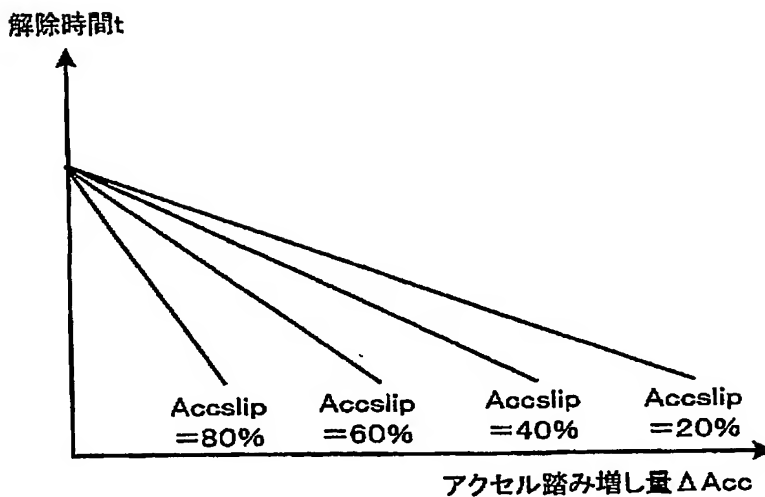
【図 8】



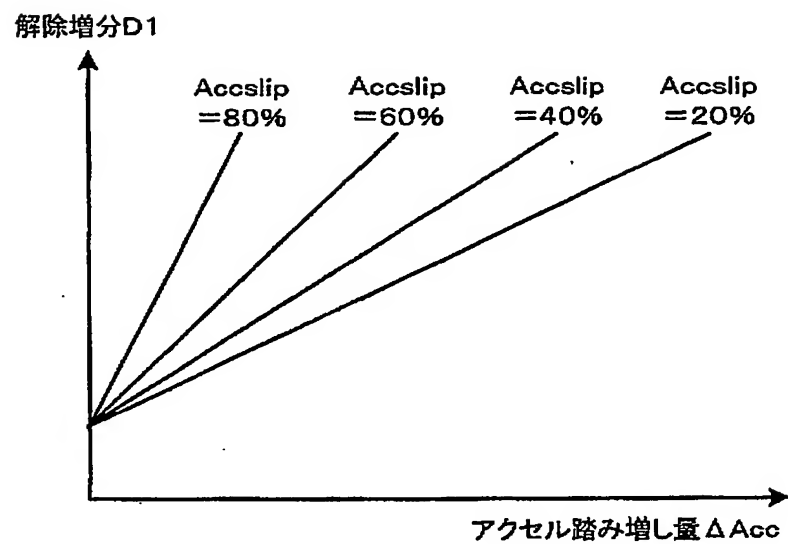
【図 9】



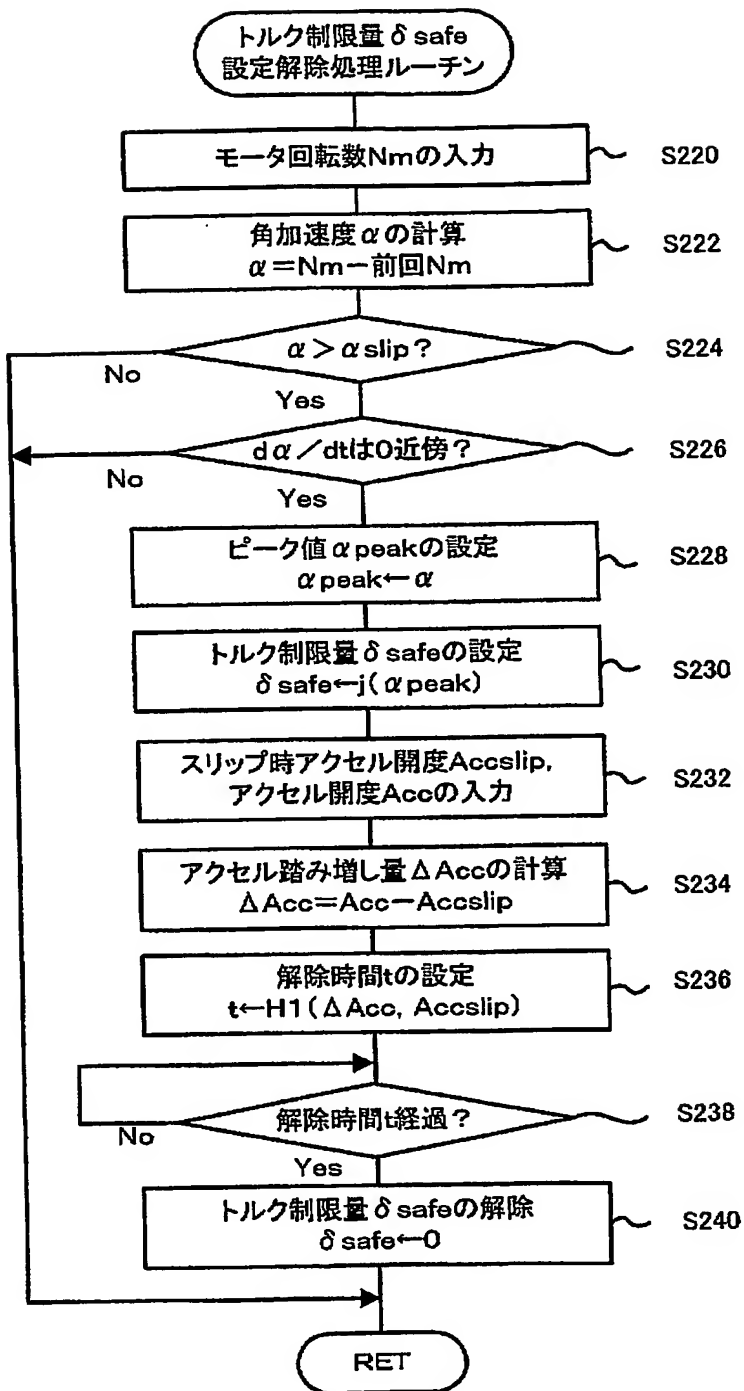
【図 10】



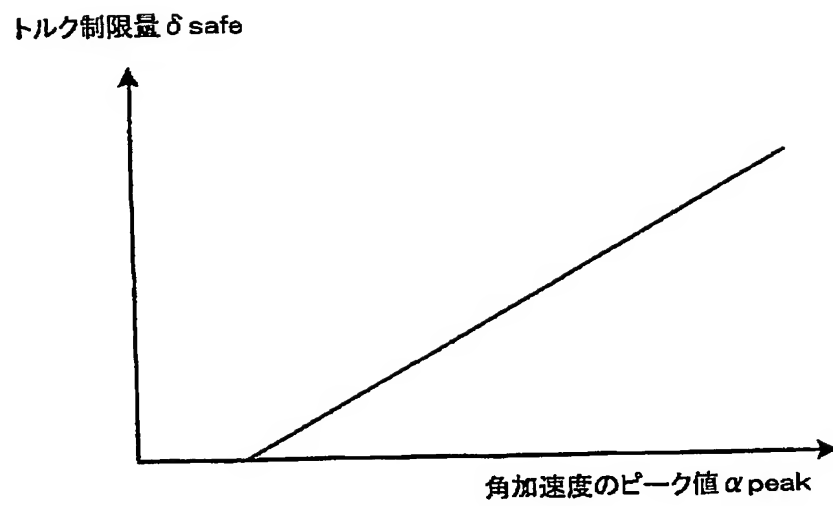
【図 11】



【図 12】

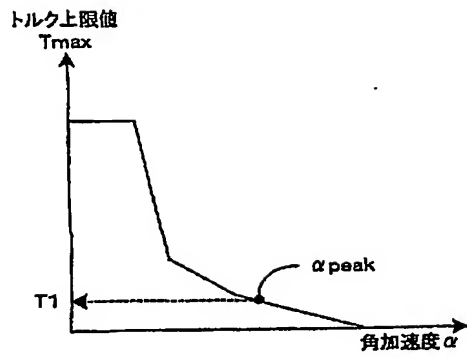


【図 13】

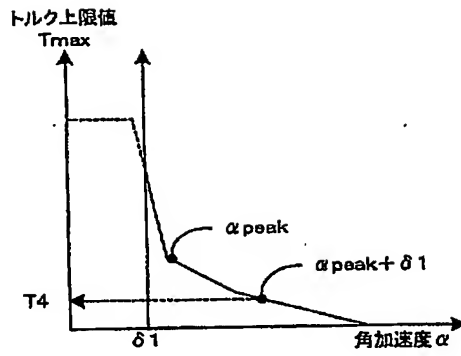


【図 14】

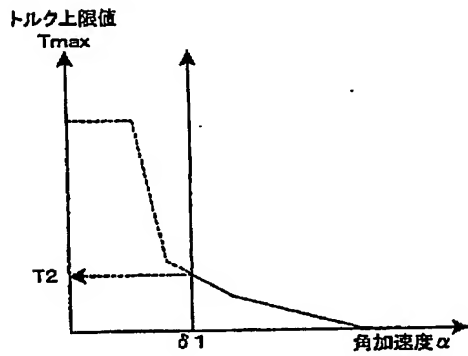
(a)



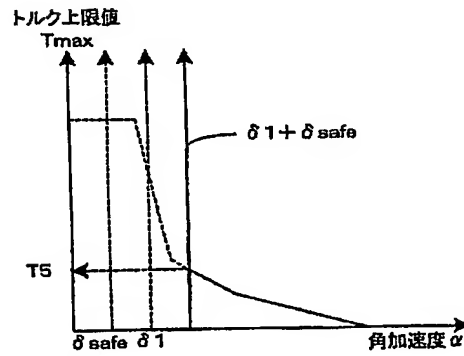
(d)



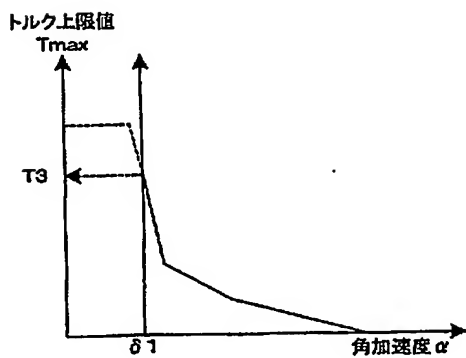
(b)



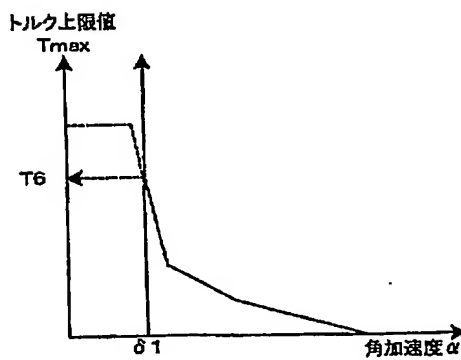
(e)



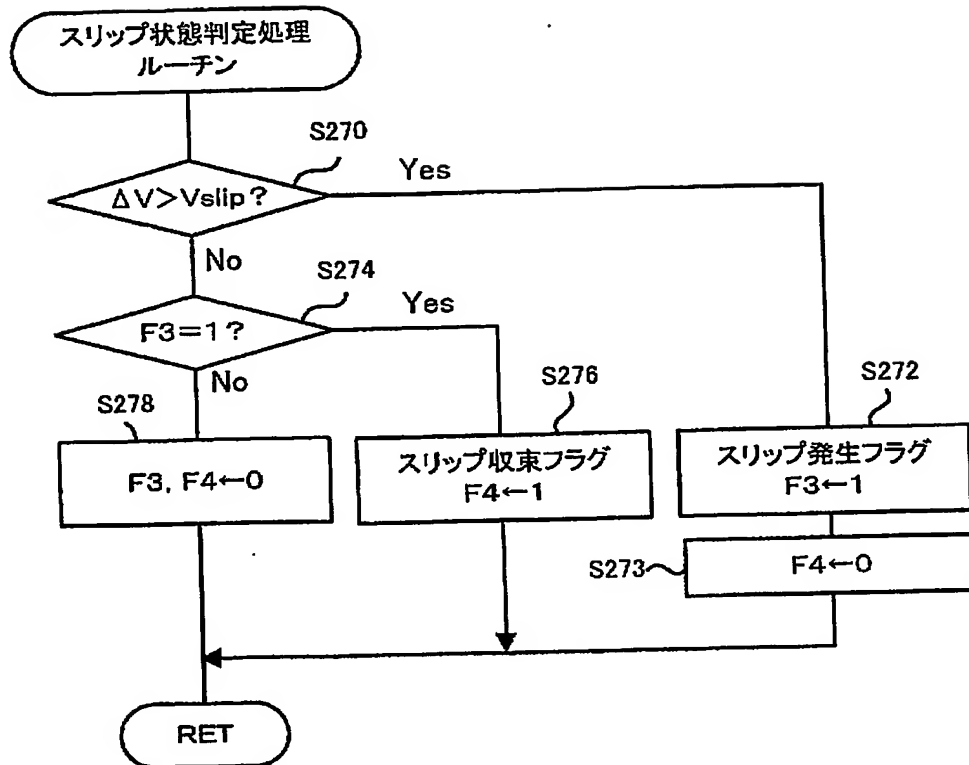
(c)



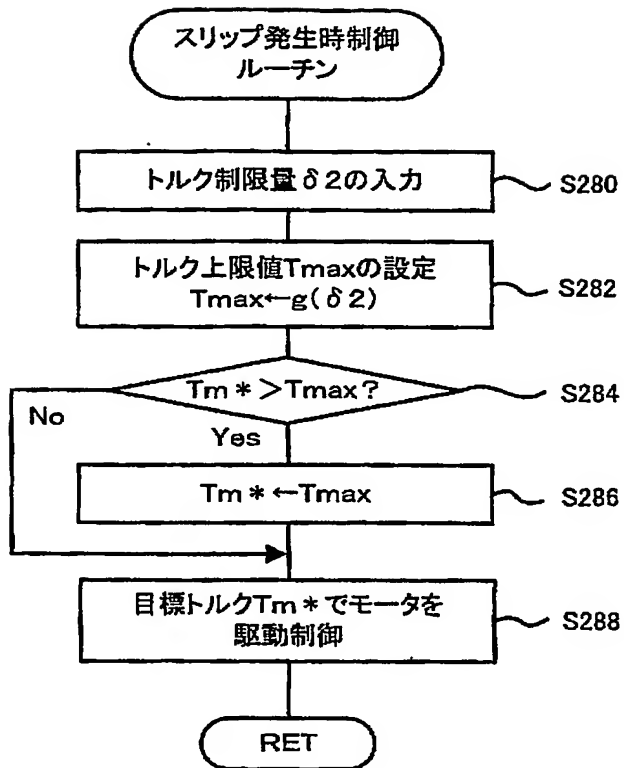
(f)



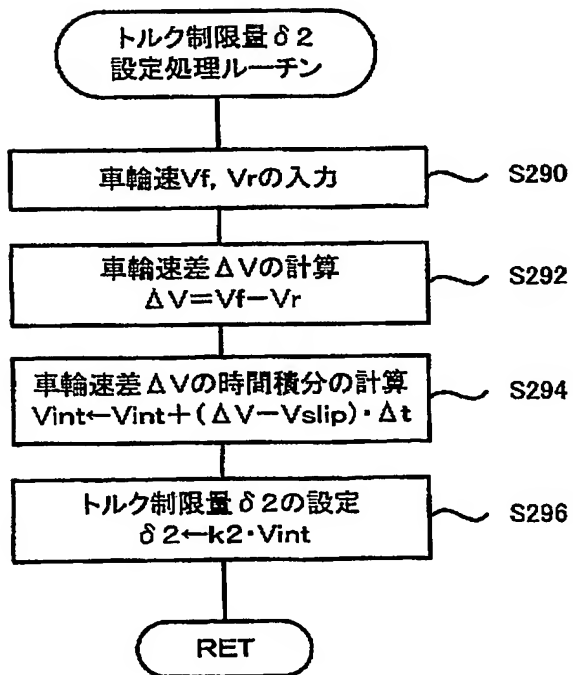
【図 15】



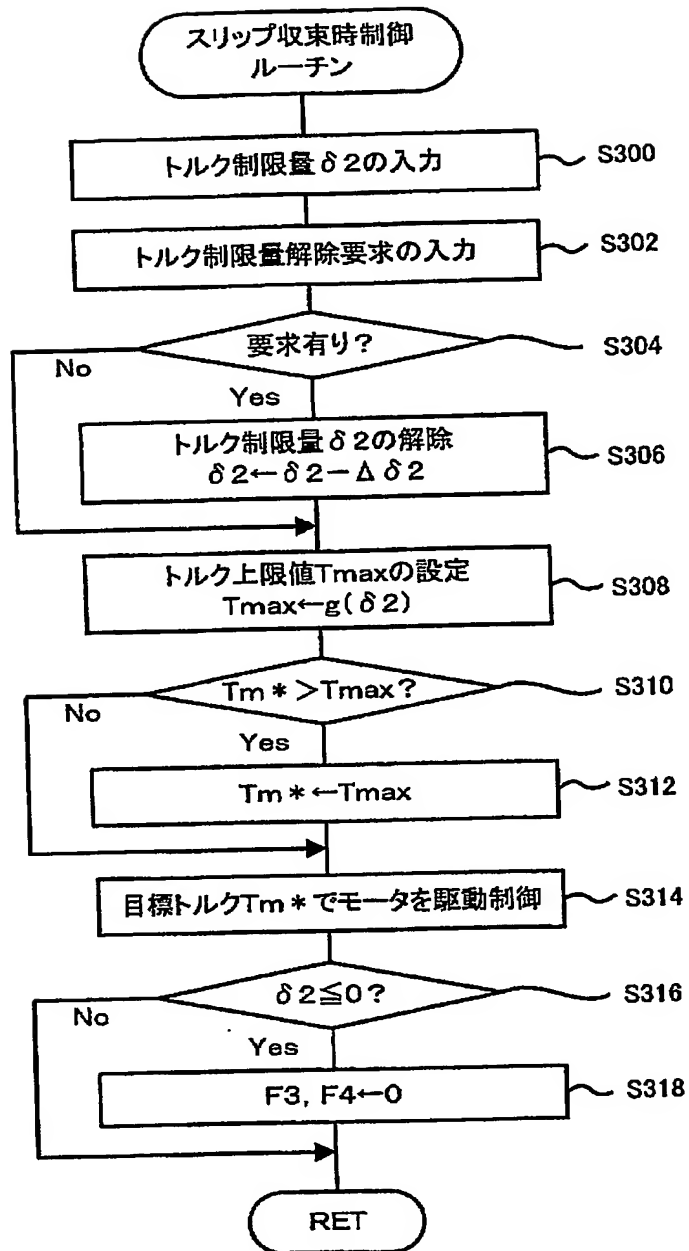
【図 16】



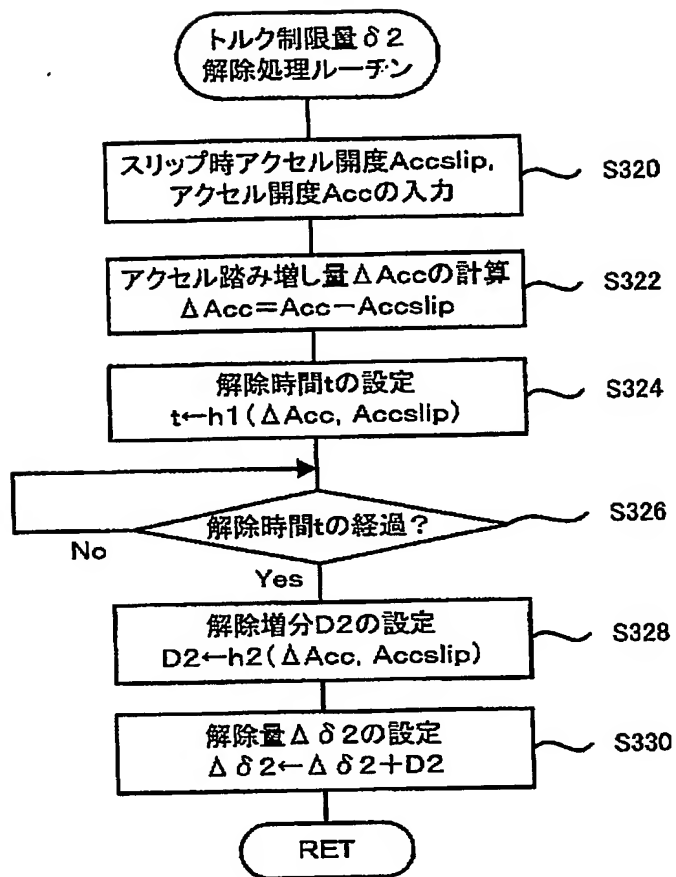
【図 17】



【図 18】

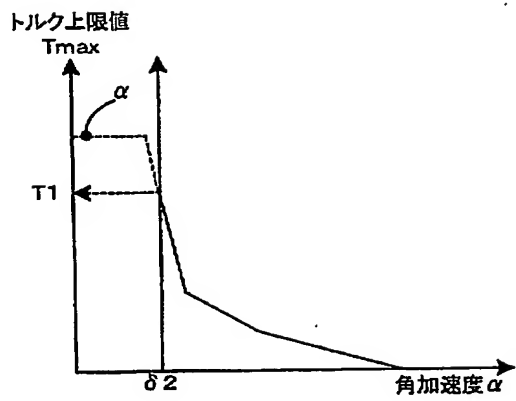


【図19】

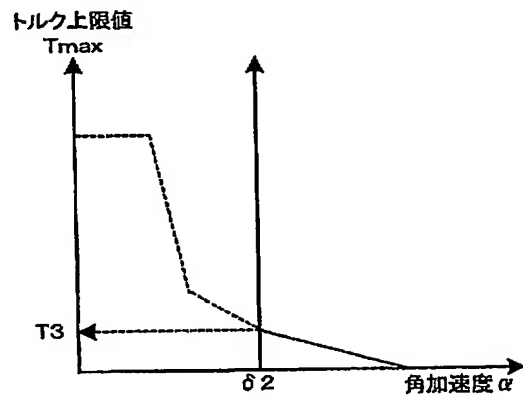


【図 20】

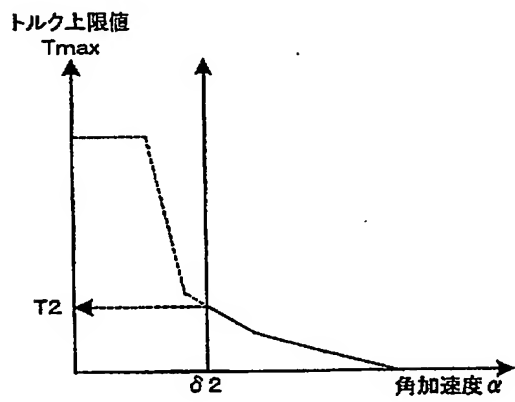
(a)



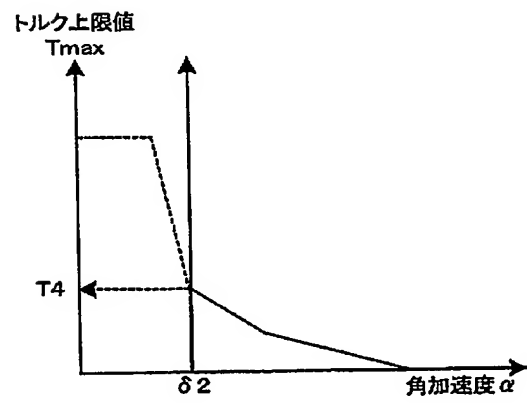
(c)



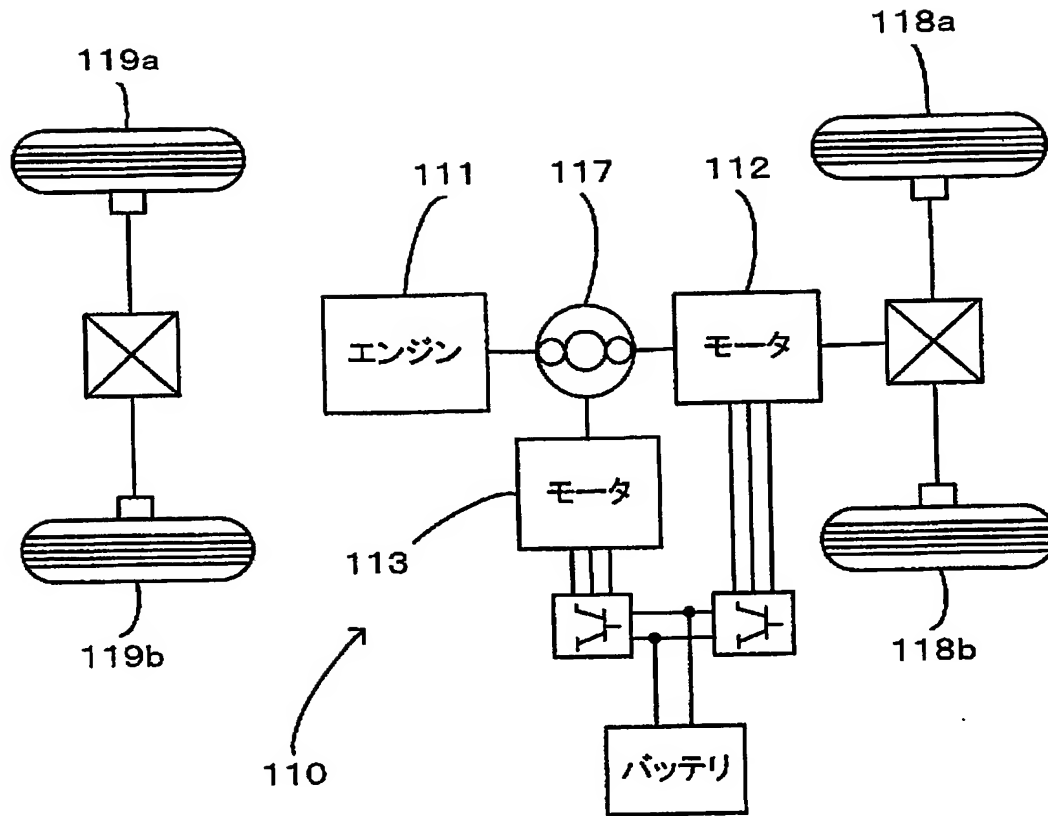
(b) 時刻 t_{12}



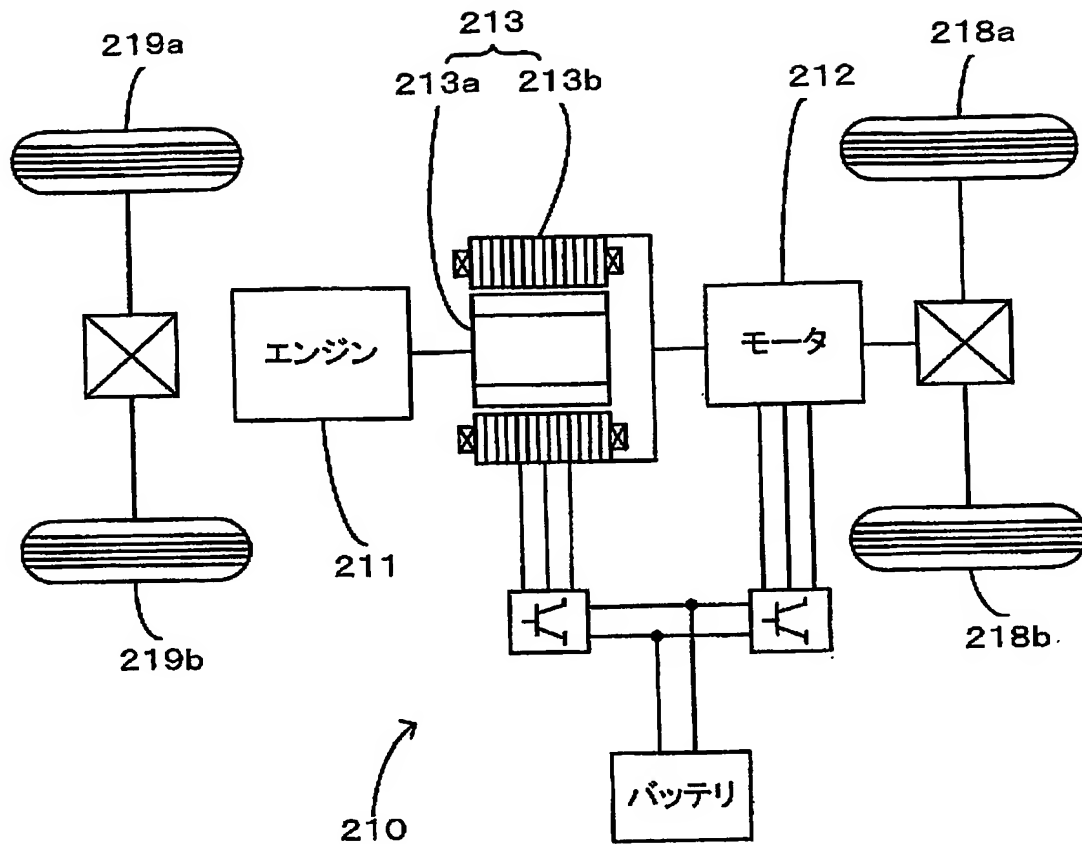
(d)



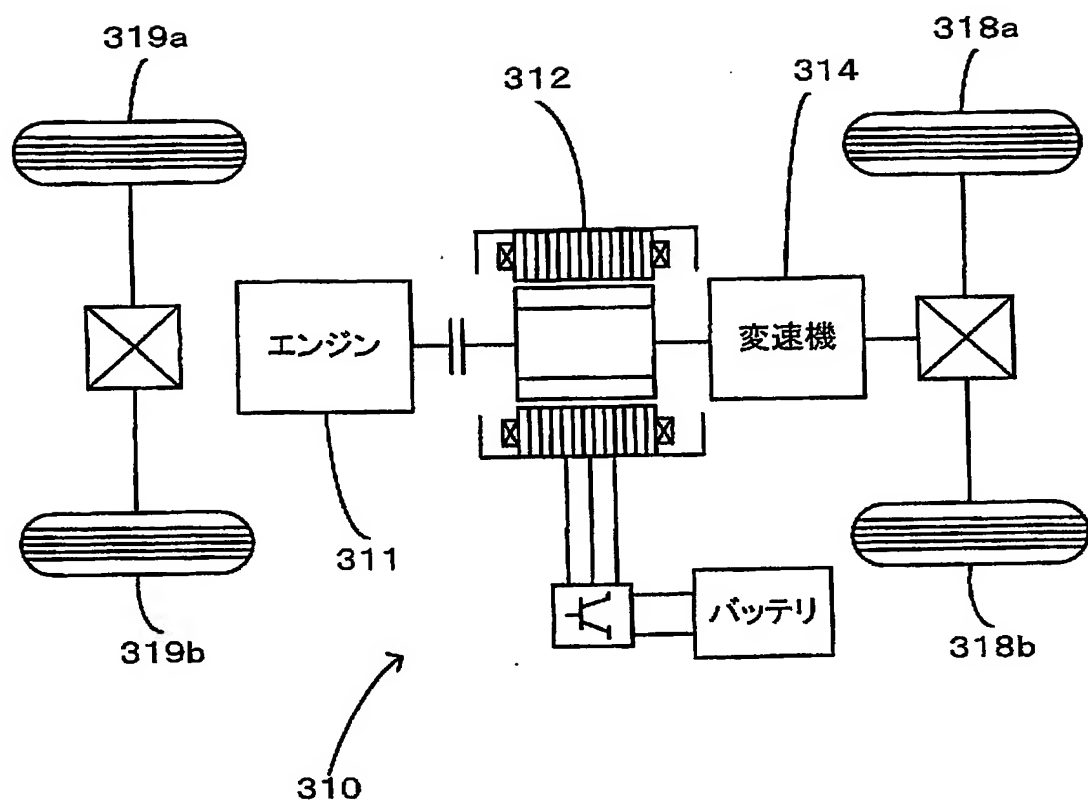
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 過度のスリップを防止しつつ運転者の加速の要求に対応する。

【解決手段】 モータの回転軸の角加速度が上昇して駆動輪にスリップが発生したと判定されたとき、角加速度 α とトルク上限値 T_{max} との関係を示すマップに従ってモータのトルクの制限を開始し、角加速度 α がピークに達したときのトルク上限値 T_{max} にまでトルクを制限する。このトルク制限により角加速度 α が低下してスリップが収束したと判定されると、まず、スリップの程度に応じて設定されたトルク制限量 $\delta 1$ に対応するトルク上限値 T_{max} にまでトルクの制限を復帰させる。その後、スリップ時のアクセル開度に対するアクセル踏み増し量に応じた解除量と解除時間をもってトルク制限量 $\delta 1$ を解除していく。アクセル踏み増し量が多いほど、解除量を大きく設定すると共に解除時間を短く設定する。

【選択図】 図 14

特願 2002-251363

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.